Ueber den Einfluß allseitigen mechanischen Druckes auf die Entwicklung von Steinfrüchten.

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der Doktorwürde

der Hohen Philosophischen Fakultät

der

Vereinigten Friedrichs-Universität Halle-Wittenberg

R. UNIV. BIBLIOTHEEK LEIDEN

vorgelegt von

Gerhard Stoye
aus **Magdeburg** (Prov. Sachsen).

Halle a. S.
Buchdruckerei Hohmann.
1915.

Referent: Prof. Dr. Karsten.

Tag der mündlichen Prüfung: 29. Juli 1914.

Meiner lieben Mutter!

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41546024_0086

Uebersicht.

I. Einleitung.
II. Methodisches.
a) Material.
b) Methode.
III. Morphologischer Teil.
IV. Spezieller Teil.
Prunus cerasifera.
Prunus domestica.
Prunus armeniaca.
Prunus cerasus.
Sombucus nigra.
Cornus mas.
Taxus baccata.
V. Versuch einer Erklärung der Ergebnisse.
VI. Resultate.

I. Einleitung.

Die Einwirkung mechanischer Inanspruchnahme auf die verschiedenen Pflanzenteile ist schon mehrfach untersucht worden. So liegen Arbeiten von Hegler[1], Wiedersheim[2], Ball[3], Vöchting[4], Flaskämper[5] und anderen vor. Hegler benutzte bei seinen Versuchen unter anderen die Keimpflanzen von Helianthus annuus, H. tuberosus, Phaseolus multiflorus, Cannabis sativa und Helleborus niger. Er befestigte die Stengel an einem Auxomometer von Baranetzky-Pfeffer, belastete dies mit einem verhältnismäßig schweren Gewicht und stellte so eine mechanische Inanspruchnahme auf Zug her Ball experimentierte mit denselben Pflanzen wie Hegler. Wiedersheim operierte mit den herabhängenden Zweigen von Trauerbäumen, die er an den Enden belastete.

Die Resultate, die sich bei diesen Untersuchungen ergaben, waren ganz verschieden. Hegler, der eine durch Mehrbelastung hervorgerufene stärkere Ausbildung des Sklerenchyms festgestellt zu haben glaubte, kann heute vor allem durch die Arbeiten Ball's und Vöchtings als widerlegt gelten. Beide wiesen nach, daß mechanischer Zug in keiner Weise auf die Entwicklung des Sklerenchyms einwirkt. Vöchting

---

[1] Hegler, Cohn's Beiträge zur Biologie der Pflanzen, VI, Heft III,

[2] Wiedersheim, Jahrb. für wiss. Botanik, Bd. XXXVIII.

[3] Ball, Pringsheim's Jahrb., Bd. XXXIX.

[4] Vöchting, Nachr. d. Königl. Ges. d. Wissensch. zu Göttingen, math.-phys. Klasse 1902.

[5] Flaskämper, Flora, Bd. 101.

benutzte eine doppelte Versuchsanordnung. Einmal legte er die Pflanzen (Helianthus annuus, Phyllokaktus und Solanum nigrum) horizontal und befestigte an der Spitze der Stämme Gewichte. Es wurde so auf die Stämme ein Zug ausgeübt. Bei den anderen Versuchen experimentierte Vöchting mit Pflanzen, die sich in normaler Lage befanden, wo die Stämme also vertikal gestellt waren. Er belastete diese mit Bleistücken, die er an einer Blattachsel befestigte, und band, um ein Umknicken der Stämme zu verhindern, die Pflanzen an Stäbe. Dadurch konnten die Stämme nicht zur Seite ausweichen, und es wurde auf sie in vertikaler Richtung ein Druck ausgeübt. Diese Methode hat aber den Nachteil, daß sich nicht feststellen läßt, in welchem Maße die Stäbe, welche die Stämme stützen, den Druck verringern. Bei beiden Versuchen zeigt nun das Sklerenchym in den Stengeln keine Veränderung. Zu einem ähnlichen Resultate für die Einwirkung mechanischen Zuges auf die Sklerenchymbildung kommt Ball. Er sagt[1]: „Wir vermochten durch allseitige Steigerung der Zugwirkung weder eine Zunahme der Zerreißungsfestigkeit zu bewirken noch Verdickungen im Gewebe hervorzurufen."

Flaskämper stellt fest, wie schon vor ihm Laurent[2], daß die vollständige Unterbindung der Kohlensäureassimilation der ganzen Pflanze eine schwächere Ausbildung des Sklerenchyms zur Folge hat. Wichtig sind besonders die Versuche die Flaskämper mit Cucurbita Pepo anstellt. Schon Vöchting hatte bemerkt, daß bei freihängenden Kürbissen der Fruchtstiel mehr Sklerenchym enthält als bei solchen, die auf dem Erdboden lagern. Er hält diese Eigentümlichkeit für eine Korrelationserscheinung. Flaskämper wiederholte diese Versuche und kam zu der Ansicht, daß verminderte Transpiration der Grund für die geringe Sklerenchymbildung ist. Er unterstützte Kürbisse in geeigneter Weise, so daß sie nicht mit

---

[1] Ball, Pringsheim's Jahrb. B. 39 p. 335.

[2] Laurent zitiert nach Flaskämper Flora Bd. 101 p. 185.

dem Erdboden in Berührung kamen, und verglich diese mit freihängenden Kürbissen und solchen, die auf dem Erdboden ruhten. Er fand hierbei, daß die unterstützten Kürbisse das Sklerenchym in den Stielen in gleicher Weise ausbildeten wie die freihängenden Früchte, daß dagegen bei den auf dem Erdboden liegenden die Steinzellen in schwächerem Maße entwickelt sind. Es war also gleichgültig für die Sklerenchymbildung, ob der Stiel die Frucht zu tragen hatte oder nicht. Dieselben Resultate ergaben sich auch für chlorotische Früchte. Die Assimilation der Früchte konnte daher nicht ausschlaggebend sein. Flaskämper macht vielmehr für die geringe Entwicklung des Sklerenchyms bei den auf der Erde ruhenden Kürbissen die geringe Transpiration verantwortlich. Diese wird durch die Nähe des feuchten Erdbodens und den Schatten der Blätter bedeutend herabgesetzt. Er sagt[1]: „Die Mehrbildung von Sklerenchym bei dem freihängend kultivierten Kürbis ..... beruht auf den günstigeren Ernährungsverhältnissen, vor allem der stärkeren Transpiration."

Bei den bisher angeführten Arbeiten handelt es sich mehr oder weniger um die Wirkung mechanischen Zuges. Kny[2] dagegen untersucht die Einwirkung mechanischen Druckes auf die Zellen der Pflanze und im besonderen auf die Richtung der neu entstehenden Zellwände. Er fand, daß durch die Druckkraft der Eintritt von Zellteilungen begünstigt wird und zwar stellen sich die neuen Zellteilungswände in die Richtung des Druckes. Kny benutzte bei seinen Versuchen Keimwurzeln von Vicia faba, die er zwang, zwischen zwei parallelen Glasplatten zu wachsen. Es setzten hier neue Zellteilungen ein, bei denen sich die Zellwände fast ausnahmslos radial d. h. in die Richtung des Druckes stellten. Zu gleichem Resultate führten die Versuche mit keimenden Sporen von Osmunda regalis, O. Cimamomea, O. Claytoniana und mit Knollen von Ullucus tuberosus. Ein auffallendes Ergebnis zeigte sich bei

---

[1] Flaskämper, Flora Bd. 101 p. 219.

[2] Kny, Pringsh. Jahrb. Bd. 37.

Impatiens Balsaminea, wo die Stengelinternodien in einen Quetschhahn eingeklemmt wurden. An den eingeklemmten Stellen war nun merkwürdigerweise das vom Interfaszikularkambium nach innen abgeschiedene Holz stärker entwickelt als an den freien Stellen. Eine Erklärung für diese Erscheinung gibt Kny nicht. Wichtig ist schließlich noch, daß im Marke an den seitlich gedrückten Stellen der Internodien noch Zellteilungen stattfanden, während sie weiter aufwärts und abwärts schon erloschen waren.

Kny's Resultate wurden in vollem Maße von B. Nemec[1] bestätigt.

Weiter ist von Bedeutung die Arbeit Pfeffers[2], der den Einfluß allseitigen mechanischen Druckes auf die Gestaltung pflanzlicher Gewebe untersucht. Zu diesem Zweck gipste er die Keimwurzeln von Vicia faba, die Keimstengel von Helianthus annuus und Vicia faba und die Nodien verschiedener Gräser ein. Seine Untersuchungen beziehen sich vor allem auf die osmotischen Druckverhältnisse der Zellen und die Wachstummechanik der Zellhaut. Eine Neubildung von Zellwänden fand Pfeffer nicht.

Aus dem angeführten geht hervor, daß Angaben über die Wirkung allseitigen Druckes auf solche wachsenden Pflanzenteile fehlen, die schon unter normalen Umständen starke Sklerenchymbildung aufweisen. Es soll nun im folgenden die Aufgabe sein, die Ausbildung der Steinzellen in den Steinschalen der Steinfrüchte zu untersuchen, die in einem frühen Entwicklungsstadium durch einen allseitigen Gipsverband eingeschlossen und an ihrer normalen Ausbildung verhindert waren. Da allgemein, worauf auch schon E. Küster[3] hingewiesen hat, die Pflanze durch Veränderung der Größe und Gestalt der Zelle auf mechanischen Druck und Zug reagiert,

---

[1] B. Nemec, Flora 1899, p. 216.

[2] Pfeffer, XX. Band d. Abh. d. math.-phys. Klasse d. Königl. Sächs. Gesellschaft d. Wissensch. Leipzig 1893.

[3] E. Küster, Pathologische Pflanzenanatomie 1903, p. 275.

so ist in vorliegender Arbeit vor allem die Frage zu beantworten:

In welcher Weise werden Größe, Gestalt und Eigenschaft der Steinzellen bei Steinfrüchten unter dem Drucke eines allseitigen Gipsverbandes verändert?

II. Methodisches.

Material.

Es wurden zu den Untersuchungen benutzt die Früchte von Prunus cerasifera, Prunus domestica, Prunus armeniaca, Prunus cerasus, Cornus mas, Sambucus nigra, Sambucus ebulus, Viburnum opulus, Rhamnus Wicklius und Taxus baccata. Gänzlich fehl schlugen die Versuche mit Rhamnus, Viburnum und Sambucus ebulus, da die Früchte drei bis vier Tage nach dem Eingipsen eingingen.

Methode.

Das Verfahren beim Eingipsen war verhältnismäßig einfach. Die Früchte von Prunus domestica, Pr. cerasifera und Pr. cerasus wurden in den Gipsbrei eingetaucht; es bildete sich dann nach dem Erhärten des Gipses eine dünne Schicht, die durch wiederholtes Eintauchen der Früchte die erforderliche Stärke erhielt. Oft wurde der Gipsverband schon nach einigen Tagen gesprengt. Sollte dies verhindert werden, so mußte der Gipsverband ungefähr gleich dem Durchmesser der Frucht sein, was für einzelne Früchte eine Stärke bis zu 1 cm ergab. Durch die immerhin beträchtliche Stärke des Gipsverbandes nahm das Gewicht der Früchte bedeutend zu, und der meist noch sehr junge Fruchtstiel wurde erheblich mehr belastet als es normal der Fall war. Um nun ein Abreißen der Früchte, zumal bei Wind zu vermeiden, wurden die eingegipsten Früchte in Schlingen von Bast gelegt und dann an dem zugehörigen Zweige festgebunden. Dies war nicht nötig bei Früchten, die gar keinen Stiel oder nur einen sehr kurzen besitzen wie Tax. bac., Pr. armeniaca, Cornus mas und Sam-

bucus nigra. Hier wurden die Früchte an dem Zweige angegipst und die Zweige nötigenfalls gestützt. — Schwierigkeiten bereitete das Ablösen des Gipsverbandes. Es konnte dies nicht anders geschehen, als daß mit einem Messer der Gips allmählich abgeschabt wurde. War das Verfahren bei der Stärke des Gipsverbandes schon sehr zeitraubend, so ließ sich öfters ein Verletzen der Früchte nicht vermeiden. Das Entfernen des Gipses konnte natürlich bei dieser Methode nicht stattfinden, so lange die Früchte am Baum bezw. Strauch waren. Es mußten daher auch Versuche fortfallen, bei denen der Gipsverband nach einiger Zeit entfernt wurde und die Früchte sich dann weiterentwickelten. Einen gewissen Ersatz hierfür boten die Früchte, die nach mehreren Tagen den Gipsverband sprengten. Um ihre weitere Entwicklung zu beobachten, blieben sie noch längere Zeit am Zweige hängen, bevor sie abgenommen wurden.

Die Versuche habe ich derart angestellt, daß ich Früchte in verschiedenen Altersstadien eingipste und dann nach verschieden langer Zeit wieder abnahm. Da nun von vornherein damit gerechnet werden mußte, daß zahlreiche Früchte eingehen würden, so ward eine große Zahl von Früchten, ungefähr 2500, eingegipst.

Das Material konservierte ich in 50-prozentigem Alkohol, Höherprozentiger Alkohol kam nicht zur Verwendung, um ein Schrumpfen der Zellwände möglichst zu vermeiden. Mit Ausnahme des stark verholzten Materials wurden sämtliche Früchte mit dem Jung'schen Schlittenmikrotom geschnitten und die Schnitte mit Haematoxylin, Pikrin-Anilin, Phloroglucin-Salzsäure oder Safranin gefärbt.

III. Morphologischer Teil.

Bevor ich auf die eigentlichen Untersuchungen eingehe, ist es zum Verständnis notwendig, den normalen Entwicklungsgang darzulegen, den die Steinschale von dem unentwickelten Zustande bis zur Reife der Früchte durchläuft. — Mit Aus-

nahme von Taxus baccata wurden nur Steinfrüchte untersucht. Bei diesen geht aus dem Exokarp der Fruchtwand das fleischige Gewebe und aus dem Endokarp die Steinzellen hervor. Da der sogenannte Stein aus Zellen besteht, die ihrer Größe und Anordnung nach verschieden sind, so sollen zunächst die Früchte betrachtet werden, bei denen die Anordnung der Steinzellen ungefähr übereinstimmt, nämlich Prunus cerasifera, Pr. domestica und Pr. armeniaca, dann Prunus cerasus, Sambucus nigra, Cornus mas und Taxus baccata.

Prunus cerasifera, Pr. domestica, Pr. armeniaca.

Schon acht Tage nach der Blüte sind die noch sehr kleinen Früchte in ihre verschiedenen Gewebe differenziert, die sich später in entwickelterem Zustande in ihnen finden. An der Bauchnat sind die beiden Samenanlagen befestigt, von denen jedoch eine gewöhnlich verkümmert. Geht man von der Samenanlage in Richtung des Radius nach außen, so trifft man zunächst ein kleinzelliges Gewebe, aus dem später durch Verholzung die Steinschale entsteht, — ich bezeichne dieses Gewebe kurz als Steinzellengewebe, auch wenn es noch nicht verholzt ist — dann folgt das Parenchym und schließlich die Epidermis (Tafel Fig. 1).

Die Epidermis ist einschichtig. Unter ihr liegt zunächst kleinzelliges Gewebe, das Parenchym. Weiter nach innen nehmen die Zellen an Volumen zu. Sie sind meist schwach radial gestreckt, doch finden sich zwischen den größeren radial gestreckten Zellen, regelmäßig kleinere von isodiametrischer Gestalt. In das Parenchym sind noch regelmäßig Gefäßbündel eingelagert. Auf das Parenchym folgt das Steinzellengewebe.

Das Steinzellengewebe besteht aus drei nach der Anordnung der Zellen verschiedenen Zellschichten. Unmittelbar an das Parenchym schließt eine Zellschicht an, deren Zellen keine ausgeprägte Gestalt haben. Sie liegen regellos neben-

einander (Fig. 10 a), sie heiße Grenzschicht (c). Dann folgt eine Schicht, in der die Zellen senkrecht zum Verlauf der Bauchnat langgestreckt sind, — ich bezeichne diese als Querschicht (b). Den Abschluß bildet eine Zellage, deren Zellen in der Richtung der Bauchnat gestreckt sind, entsprechend der Querschicht nenne ich sie Längsschicht (a). Quer- und Längsschicht sind zusammen ebenso stark wie die Grenzschicht. Zu bemerken ist noch, daß die einzelnen Zellen kleine schwer wahrnehmbare Interzellularen zwischen sich lassen. Eine Verholzung hat nicht stattgefunden. Im Laufe der nächsten Wochen nehmen sämtliche Zellschichten an Ausdehnung zu. Es ist dies wohl weniger auf neu eintretende Zellteilungen zurückzuführen als auf Volumenvergrößerung der Zellen. Der Zeitpunkt, zu dem die Verholzung einsetzt, ist bei den einzelnen Früchten verschieden und läßt sich nur angenähert angeben. Bei Prunus dom. zeigte sich der Anfang der Verholzung ungefähr vier bis fünf Wochen nach der Blüte, bei Pr. armeniaca nach drei bis vier Wochen und bei Pr. cerasifera nach vier Wochen. Die Verholzung beginnt merkwürdigerweise an den Rändern des Steinzellengewebes, also in der Längsschicht und in der an das Parenchym grenzenden, der Grenzschicht. Zuerst haben sämtliche Zellen noch Zellkern und Plasma, aber nach kurzer Zeit verschwindet der Zellinhalt ganz. Mit wachsendem Alter der Früchte nimmt auch die Verholzung der Steinzellen zu. In fertigem Zustande sind die verholzten Wände von zahlreichen Tüpfeln durchsetzt. Die Zellen der Längs- und Querschicht haben noch dieselbe Gestalt wie in den jungen Früchten. Nur in der Grenzschicht hat sich die Zellgestalt etwas geändert, indem ein Teil der Zellen sich radial gestreckt hat, wenn auch nur in geringem Maße (Fig. 19 Seite 35).

In der Steinschale zeigen sich in manchen Fällen Kristalle von oxalsaurem Kalk, besonders regelmäßig treten diese bei Prunus cerasifera auf.

Prunus cerasus.

Epidermis und Parenchym sind in derselben Weise ausgebildet wie bei den vorigen. Dagegen ist das Steinzellengewebe etwas anders angeordnet. An das Parenchym grenzt auch hier wieder eine Schicht, deren Zellen der Anordnung und Größe nach regellos nebeneinander liegen, dann folgt aber die Längsschicht und schließlich die Querschicht, während doch bei den anderen Prunus die Anordnung dieser beiden Schichten eine umgekehrte war. Die Verholzung setzt in gleicher Weise wie bei diesen ein. Hinzuzufügen ist noch, daß die Grenzschicht in verholztem Zustande ihre unregelmäßige Gestalt behält. Die einzelnen Zellen lassen kleine Interzellularen zwischen sich. Es finden sich auch vereinzelte Kristalle in den Zellen.

Sambucus nigra.

Die Früchte von Sambucus unterscheiden sich dadurch von denen der Prunusarten, daß sie anstatt eines Steines meist zwei bis drei enthalten. Auch hier besteht die Steinschale wieder aus drei je nach der Anordnung der Zellen verschiedenen Zellagen. Die Grenzschicht besteht aus einer einzigen Zellreihe, ihre großlumigen Zellen haben kubische Gestalt (Fig. 29, 32 S. 45). Auf diese Schicht folgt eine ein- bis zweischichtige Zellage, deren Zellen faserförmig in der Richtung der Fruchtachse gestreckt sind, wenn man sich diese durch die Verlängerung des Fruchtstieles gelegt denkt. Diese Schicht wäre demnach als Längsschicht zu bezeichnen. Den Abschluß bildet eine einschichtige zu der vorigen senkrecht laufenden Zellreihe aus ebenfalls faserförmig gestreckten Zellen, — die Querschicht. Mit zunehmenden Alter tritt eine bedeutende Volumenvergrößerung bei den einzelnen Früchten ein. Die Verholzung beginnt bei Sambucus nicht in der Quer- und Grenzschicht wie bei Prunus, sondern in der Quer- und Längsschicht. Größere Kristalle wurden nicht beobachtet, dagegen fand sich fast immer in den Zellen Kristallsand von oxalsaurem Kalk. In fertigem verholztem Zustande sind

die Steinzellen von Tüpfeln durchsetzt. Interzellularen werden nicht gebildet.

Die Steine sind in das Fruchtparenchym eingebettet (Taf. Fig. 2). Seine Zellen haben isodiametrische Gestalt und bilden ziemlich große Interzellularen miteinander. Den Abschluß nach außen bildet eine einschichtige Epidermis.

Cornus mas.

Die Früchte von Cornus mas haben die Gestalt eines Ellipsoids. In jungen Früchten nimmt die Steinschale den größten Raum ein. Das Fruchtparenchym ist nur auf eine dünne Schicht beschränkt. Es liegt unter einer einschichtigen Epidermis und besteht aus isodiometrischen Zellen, die kleine Interzellularen miteinander bilden. Viele von diesen Zellen sind mit Gerbstoff gefüllt. Auf das Parenchym folgt der Stein, dessen Zellen in jugendlichem Stadium plasmareich und äußerst dünnwandig sind. Zellschichten, die nach der Gestalt der Zellen verschieden sind, können bei Cornus mas nicht unterschieden werden. Ungefähr in der Mitte des Steins liegen die Samenanlagen, deren Zahl zwischen eins und drei schwankt. Ueber den ganzen Stein sind noch zahlreiche Hohlräume verteilt. Um diese und die Samenanlagen findet eine Gruppierung der umliegenden Steinzellen statt, und zwar sind die Zellen im Kreise angeordnet. Sie sind langgestreckt, haben prismenförmige Gestalt, sodaß sie im Längsschnitt, der die Zellen quer trifft, als Vielecke erscheinen. Alle übrigen Zellen haben verschiedene Größe und sind in keiner Richtung in besonderem Maße gestreckt. An welcher Stelle des Steins, ob am Rande oder in der Mitte, die Verholzung beginnt, konnte leider nicht festgestellt werden. Mitte Juni sind bereits alle Zellen verholzt. Interzellularen wurden nicht beobachtet, ebensowenig Kristalle (Taf. Fig. 3).

Taxus baccata.

Die weibliche Blüte von Taxus hat die Gestalt eines kurzen Zapfens. Sie ist umhüllt von drei dekussiert stehenden Schup-

penpaaren, unter denen das Integument liegt. Dieses wird bedeckt von einer dicken Kutikula, welche die großlumige Epidermis überzieht (Fig. 41 S. 53). Unter der Epidermis liegt eine Reihe großer kubischer Zellen. Auf diese Zellschicht folgt erst das eigentliche Integument. Zunächst sind die Zellen deutlich radial gestreckt, aber nach dem Innern zu verlieren sie diese radiale Streckung und die Zellen haben unregelmäßige Gestalt. Die Verholzung des Integuments setzt erst nach der Befruchtung ein, ungefähr Mitte Juni, sie beginnt an der Mikropyle, greift dann auf die radial gestreckten Zellen über und schreitet in der Richtung des Radius nach dem Innern des Integuments fort. Auf der Innenseite des Integuments bleibt meist eine unverholzte Zellschicht zurück. Unter dem Integument liegt der Nuzellus, der allmählich von dem Endosperm verdrängt wird; in letzterem ist der Embryo eingebettet. Integument und Nuzellus sind nicht verwachsen, nur am Grunde gehen beide ineinander über. Der Arillus bleibt bis Mitte Juli unentwickelt.

IV. Spezieller Teil.

Allgemeine Bemerkung.

Das Eingipsen der Früchte bedeutet einen tiefgehenden Eingriff in ihre Entwicklung. Durch den verhältnismäßig starken Gipsverband sind Atmung, Transpiration und CO_2-Assimilation der Früchte so gut wie ganz unterbunden. Es war daher nicht zu verwundern, wenn ein großer Teil der eingegipsten Früchte diesen mechanischen Eingriff nicht ertrug und schon nach wenigen Tagen zu Grunde ging. Doch verhalten sich in dieser Beziehung nicht alle Arten gleich. So schlugen, wie schon erwähnt, sämtliche Versuche fehl, die mit Rhamnus, Viburnum und Sambucus ebulus angestellt wurden. Dagegen gelangen mit Taxus baccata fast alle Versuche, etwa 98 Prozent; bei den Prunusarten, bei Sambucus nigra und Cornus mas gelang ein Teil der Versuche. Bei Taxus, Cornus und Prunus cerasus blieb eine Anzahl

der Früchte bis zur Fruchtreife im Gipsverband, während bei den anderen Prunus und bei Sambucus die Versuche nicht so lange ausgedehnt werden konnten. Ueber die Dauer des Versuches bei den einzelnen Früchten gibt folgende Tabelle Aufschluß.

Tabelle.

	eingegipst am	gesprengt am	abgenom. am	desgl.	desgl.
Prunus cerasifera	21. 5. 13.		15. 6. 13.	4. 6. 13.	
	26. 5. 13.				30. 6. 13.
	26. 5. 15.	2. 6. 13.	14. 6. 13.		
Prunus domestica	3. 5. 13.		17. 5. 13.		
	17. 5. 13.			12. 6. 13.	
	4. 6. 13.				1. 7. 13.
Prunus armeniaca	4. 5. 13.		24. 5. 13.		
Prunus cerasus	2. 5. 13.		17. 5. 13.	24. 5. 13.	30. 5. 13.
	5. 5. 13.			24. 5. 13.	
	7. 5. 13.			7. 6. 13.	14. 6. 13.
Sambucus nigra	12. 6. 13.		27. 6. 13.	10. 7. 13.	
	18. 6. 13.			10. 7. 13.	17. 7. 13.
	12. 6. 13.	22. 6. 13.			
Taxus baccata	31. 5. 13.		10. 8. 13.		
	30. 6. 13.		10. 8. 13.		
Cornus mas	23. 5. 13.		11. 6. 13.		
	28. 5. 13.		24. 6. 13.		

Es ist bereits hervorgehoben, daß die Untersuchung der Interzellularen mit großen Schwierigkeiten verknüpft war. Sie sind so klein, daß sie selbst mit stärkster Vergrößerung kaum

wahrnehmbar sind. Ihre Untersuchung ist daher bei den meisten Früchten, mit Ausnahme von Prunus cerasifera, fortgefallen. Da sich in Bezug auf die Tüpfelung der Steinzellen in den normalen und eingegipsten Früchten keine Unterschiede zeigen, so sind in den Figuren die Tüpfel nicht mit eingezeichnet.

Versuche mit Prunus cerasifera.

1. Stadium 21. 5. — 15. 6. 13.

Die Früchte waren bei dem Versuche 21 Tage im Gipsverband. Die normalen Früchte nahmen während dieser Zeit an Größe bedeutend zu. — An dieser Stelle möchte ich gleich darauf hinweisen, daß die Zeichnungen bei den normalen Früchten zur Zeit der Abnahme des Gipsverbandes mit bedeutend schwächerer Vergrößerung als bei den eingegipsten Früchten angefertigt werden mußten, da die Zeichnungen sonst zu große Dimensionen angenommen hätten. In Wirklichkeit sind also die Zellen der eingegipsten Früchte beim Entgipsen bedeutend kleiner als die der normalen Früchte.

Zellgestalt: Die Anordnung der Gewebe hat sich während des Gipsverbandes nicht geändert. Dagegen hat die Gestalt der Zellen eine Umbildung erfahren. Während in den normalen Früchten zur Zeit des Eingipsens die Zellen der Längsschicht, d. h. der Schicht, die das Steinzellengewebe nach innen abschließt, im Querschnitt (Fig. 1 und 2) pararallel der Epidermis gestreckt sind, so fällt bei den eingegipsten Früchten die längste Seite der Zellen in die Richtung des Radius. Diese Gestaltveränderung ist auf das Einsetzen von Zellteilungen zurückzuführen, die durch den mechanischen Druck hervorgerufen werden. Die Zeichnung (Fig. 2) zeigt, daß sich fast in allen Zellen der Längsschicht neue Zellteilungswände gebildet haben, die schon daran zu erkennen sind, daß sie wesentlich dünner als die anderen Zellwände sind. Die neuen Zellwände stellen sich, und das ist auffallend, fast ausnahmslos radial, d. h. in die Richtung des wirkenden Druckes. Auch

in der Querschicht finden einzelne Zellteilungen statt, jedoch nur selten. Die Zellen der Grenzschicht haben sich radial gestreckt. Diese Verhältnisse zeigt der Längsschnitt besser als der Querschnitt. — Bei Betrachtung des Längsschnittes (Fig. 4 und 5) zeigen sich die radial gestellten Zellwände in noch ausgeprägterem Maße. Sie finden sich jedoch hier nicht in der Längsschicht, sondern in großer Zahl in der Querschicht.

Prunus cerasifera (Querschnitte).
a) Längsschicht. b) Querschicht.

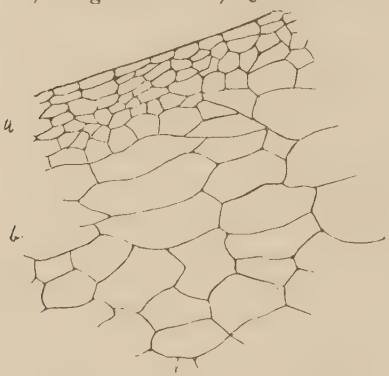

Fig. 1. Vergr. 475 normal.

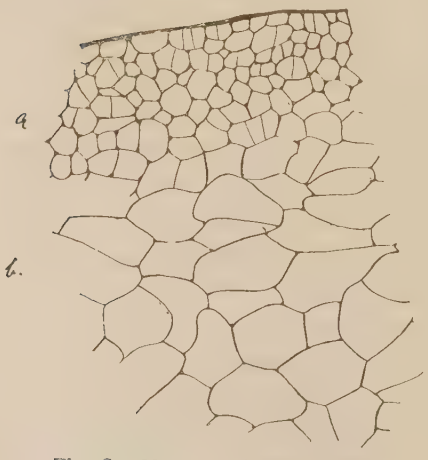

Fig. 2. Vergr. 475 eingegipst.

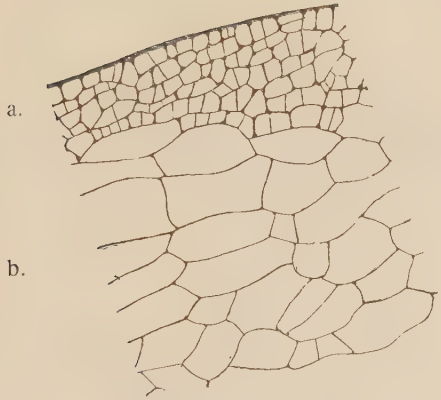

Fig. 3. Vergr. 475 eingegipst.

Prunus cerasifera (Längsschnitt).
a) Längsschicht. b) Querschicht. c) Grenzschicht.

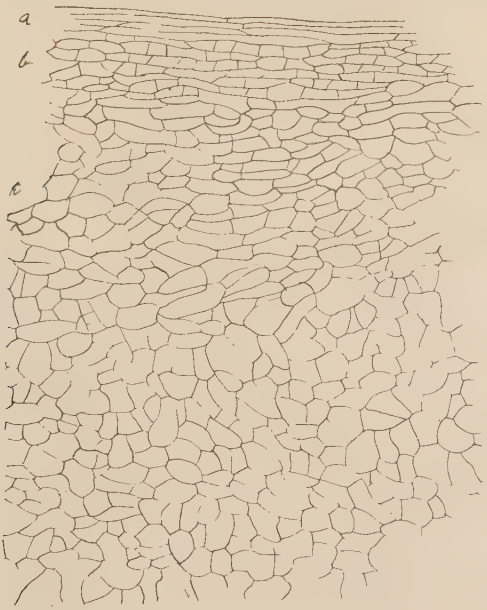

Fig. 4. Vergr. 220 normal.

Prunus cerasifera (Längsschnitt).

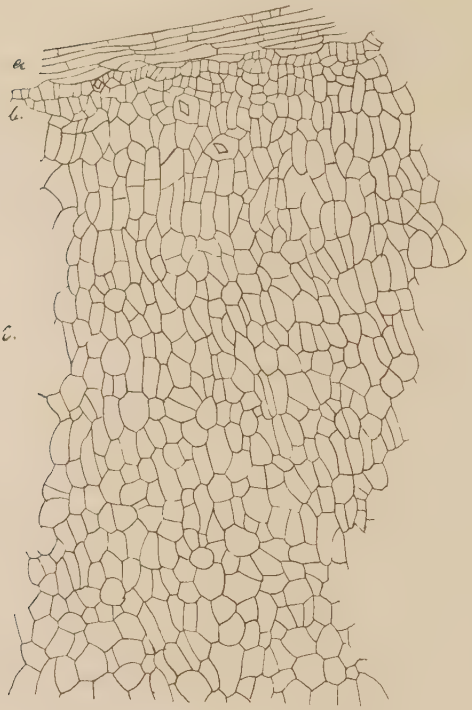

Fig. 5. Vergr. 220 eingegipst.

Die Zellen gleichen Rechtecken, deren längste Seite wieder mit der Richtung des Radius zusammenfällt, während die normalen Zellen zur Zeit des Eingipsens parallel der Epidermis gestreckt sind. Die Zellen der Grenzschicht sind deutlich radial gedehnt. (Fig. 4, 5 u. 6.). In den normalen Früchten liegen dagegen diese Zellen unregelmäßig nebeneinander. Aehnliche Unterschiede zeigen sich im Vergleich zu den Zellen der normalen Früchte zur Zeit des Entgipsens. In der Längsschicht ist dies wegen der starken Verholzung der Zellen schwerer zu erkennen. Deutlicher treten die Unterschiede in der Querschicht, besonders auf dem Längsschnitt zu Tage, wo die verholzten normalen Zellen unregelmäßigen Fünfecken

Prunus cerasifera (Längschnitt).

Fig. 6. Vergr. 70 normal (zur Zeit des Entgipsen).

gleichen (Fig. 6). Außerdem schließt das Steinzellengewebe mit kleinlumigen Zellen gegen das Parenchym ab (Fig. 6); in den eingegipsten Früchten tritt dies nicht ein. Die Zellen der Grenzschicht sind in verholztem Zustande etwas radial gestreckt, doch nicht in dem Maße wie bei den eingegipsten Früchten.

Verholzung: Verholzung ist bei den eingegipsten Früchten in keinem Falle eingetreten; normal sind dagegen die Zellen stark verholzt und mit zahlreichen Tüpfeln versehen.

Kristalle und Gerbstoff: Schon in den normalen Früchten finden sich Kristalle von oxalsaurem Kalk. Ihre Zahl hat sich aber in den eingegipsten Früchten ungefähr verdreifacht. Sie

treten in allen Größen auf von den kleinsten mikroskopisch kaum wahrnehmbaren bis zu solchen, die die ganze Zelle ausfüllen. — Oft treten in den eingegipsten Früchten gerbstoffhaltige Zellen auf. Der Gerbstoff füllt dann entweder die ganze Zelle aus oder hat Tropfenform. In den normalen Früchten wurde Gerbstoff nicht beobachtet.

Interzellularen: Auch die Interzellularen zeigen Unterschiede, indem sie in den eingegipsten Früchten kleiner sind als in den normalen (Fig. 7).

Querschnitt. Interzellularen: a) eingegipst, b) normal, c) gesprengt.

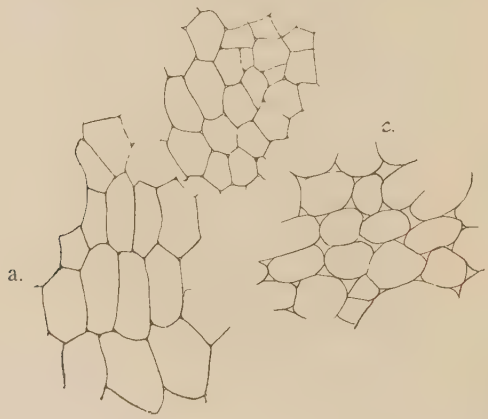

Fig. 7. Vergr. 535.

2. Stadium 21. 5. 13. — 4. 6. 13.

Die Früchte waren nur 14 Tage in Gipsverband. Dies Stadium zeigt dieselben Erscheinungen wie das vorige. Die Besprechung des Versuches kann daher fortfallen.

3. Stadium 26. 5. — 30. 6. 13.

Bei diesem Versuche befanden sich die Früchte fünf Wochen im Gipsverband. Auch hier hat eine Neubildung von Zellwänden stattgefunden. Der Querschnitt (Fig. 3) zeigt, daß sich die neuen radialen Zellwände in der Längsschicht gebildet haben und zwar in noch ausgeprägterem Maße als

bei dem dreiwöchentlichen Stadium. Die Beobachtung der Zellstruktur der beiden anderen Schichten war so gut wie unmöglich, da Faltungen in dem Gewebe eingetreten waren (Taf I Fig. 4). Außerdem hatte bei vielen Zellen ein Flächenwachstum eingesetzt, sodaß sich die einzelnen Zellen in ihrer Lage gegeneinander verschoben.

Gerbstoffzellen wurden auch hier wieder nachgewiesen.

4. Stadium 26. 5. — 2. 6. — 14. 6. 13.

Bei dem Versuche handelt es sich um Früchte, die nach sieben Tagen den Gipsverband sprengten und sich dann weiterentwickelten.

Zellgestalt: Dies Stadium weist eine andere Zellstruktur auf als die bisherigen. Während der Dauer des Gipsverbandes hat auch hier die Bildung von radial gestellten Zellwänden begonnen. Es läßt sich dies auf dem Querschnitt (Fig. 8) in der Längsschicht verfolgen. Nach Sprengung des Gipsverbandes haben neue Zellteilungen eingesetzt, bei denen sich aber die Zellwände tangential stellten. Die Zellen des Steinzellengewebes sind jetzt sämtlich parallel der

Querschnitt (Früchte haben den Gipsverband gesprengt).

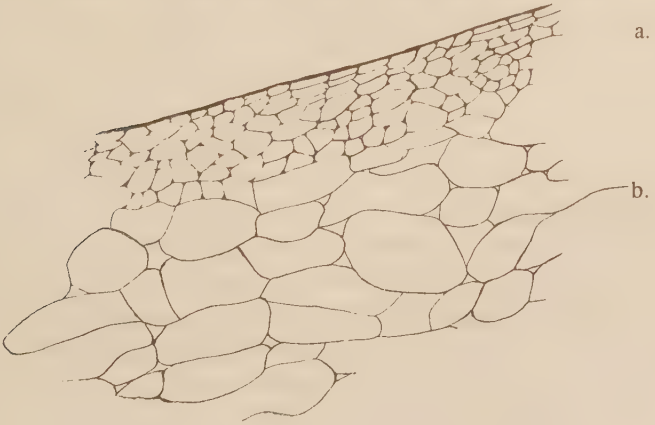

Fig. 8. Vergr. 485.

Epidermis gestreckt, wie dies deutlich ein Querschnitt durch die Frucht zeigt (Fig. 9).

Querschnitt (Früchte haben den Gipsverband gesprengt).

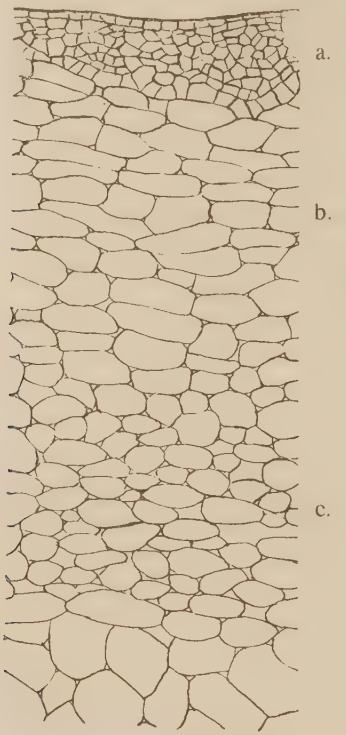

Fig. 9. Vergr. 185.

Dagegen sind die Zellen der eingegipsten Früchte radial gestreckt, abgesehen von den Zellen der Querschicht. — Außerdem haben die Zellen an Volumen zugenommen und sich abgerundet. Bei Betrachtung der Schnitte fällt noch ein anderer Umstand auf, insofern sich nämlich in dem Parenchym große Löcher befinden (Taf. II Fig. 5). Dies sind die Gefäßbündel, die während des Gipsverbandes verholzt sind, dann aber durch die wachsenden Zellen des Steinzellengewebes und des Parenchyms zerrissen wurden und abstarben.

Interzellularen: Da sich die Zellen gegeneinander abgerundet haben, so bilden sie Interzellularen, die bedeutend größer sind als in den normalen und eingegipsten Früchten (Fig. 7).

Kristalle: Eine Vermehrung der Kristalle wurde ebenso wie bei den eingegipsten Früchten festgestellt, dagegen wurden keine Gerbstoffansammlungen beobachtet.

Verholzung: Waren die normalen Früchte stark verholzt, so hatte zwar auch bei den eingegipsten Früchten eine Verholzung begonnen, aber sie fand nur in geringem Maße statt und allein in der Längsschicht. Die Zellwände färbten sich mit Pikrin-Anilinblau an den betreffenden Stellen schwach gelb. Auf der Zeichnung (Fig. 9) ist die Verholzung nicht sichtbar, da eine merkliche Verdickung der Zellwände unterblieben ist.

Aus den angeführten Versuchen geht hervor, daß bei Prunus cerasifera der allseitige mechanische Druck die Verholzung des Steinzellengewebes verhindert. In der Längs- und Querschicht treten neue Zellteilungen ein, bei denen sich die Zellwände radial in die Richtung des Druckes stellen. In der Grenzschicht strecken sich die Zellen radial. Ferner wurde eine Vermehrung der Kristalle und Bildung von Gerbstoff nachgewiesen. Nach mehr als dreiwöchentlichem Gipsverband tritt Flächenwachstum der Zellen ein und infolge der Größenzunahme der Zellen eine Faltung des Gewebes. Dauerte schließlich der Gipsverband länger als sechs Wochen, so gingen die Früchte zu Grunde. — Bei den Früchten, die den Gipsverband sprengten, finden auch neue Zellteilungen statt, aber hier sind die Zellwände parallel der Epidermis gestellt. In einzelnen Zellen macht sich eine schwache Verholzung bemerkbar.

Versuche mit Prunus domestica.

1. Stadium 3.—17. 5. 13.

Zellgestalt: Es zeigen sich dieselben Veränderungen wie bei Prunus cerasifera. Der Gipsverband bewirkt das Eintreten neuer Zellteilungen, bei denen die Zellwände radial laufen. Auf dem Querschnitt zeigt vor allem die innerste Schicht, die Längsschicht (a), eine Bildung neuer Zellteilungswände (Fig. 10, 11). Im Gegensatz zu Prunus cerasifera treten aber auch in der Grenzschicht neue radiale Zellwände auf, nur nicht so zahlreich wie in der Längsschicht. Der Längsschnitt zeigt neue Zellwände in der Querschicht. Die normalen Früchte vom 3. 5. stimmen in ihrer Zellstruktur mit den normalen vom 17. 5. überein; nur haben die Zellen an Größe zugenommen. Von den eingegipsten Früchten unterscheiden sie sich also durch die veränderte Gestalt der Zellen der Längs- und Querschicht. Am besten legen diese Verhältnisse die Zeichnungen dar (Fig. 13 u. 14.). Das normale Stadium vom 17. 5. ist nicht wiedergegeben, da es dem vom 3. 5. (Fig. 10) bis auf die Größenverhältnisse gleicht.

Prunus domestica (Querschnitt).
a) Längsschicht. b) Querschicht. c) Grenzschicht.

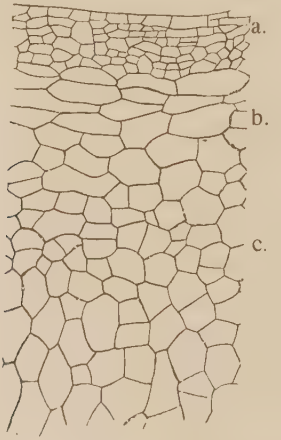

Fig. 10. Vergr. 220 normal.

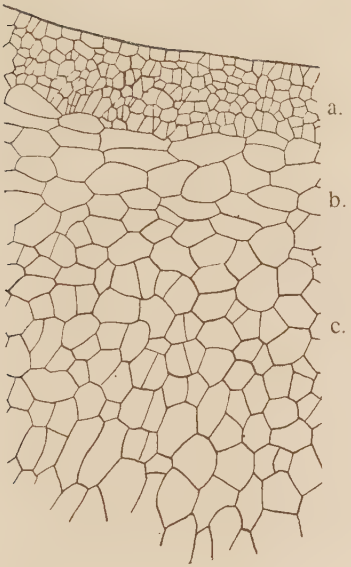

Fig. 11. Vergr. 220 eingegipst.

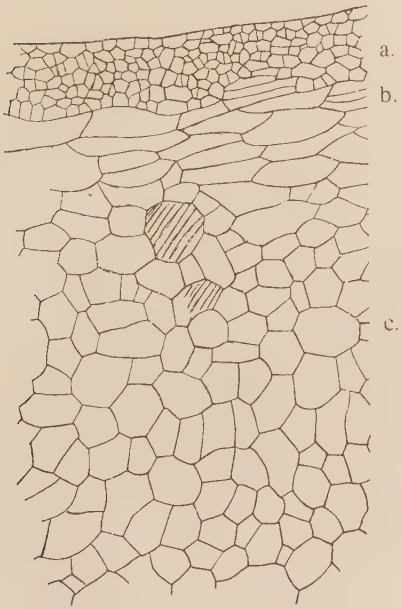

Fig. 12. Vergr. 220 eingegipst.

Prunus domestica (Längsschnitt).

a) Längsschicht. b) Querschicht. c) Grenzschicht.

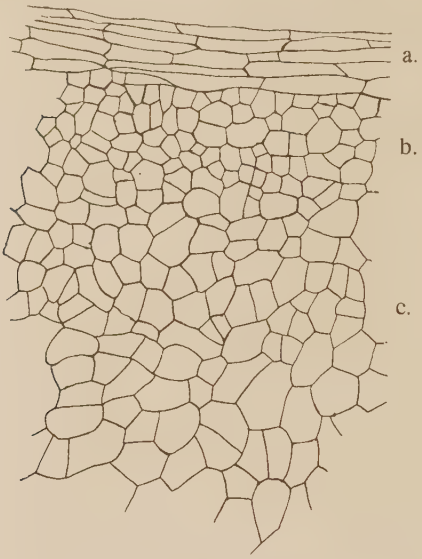

Fig. 13. Vergr. 220 normal.

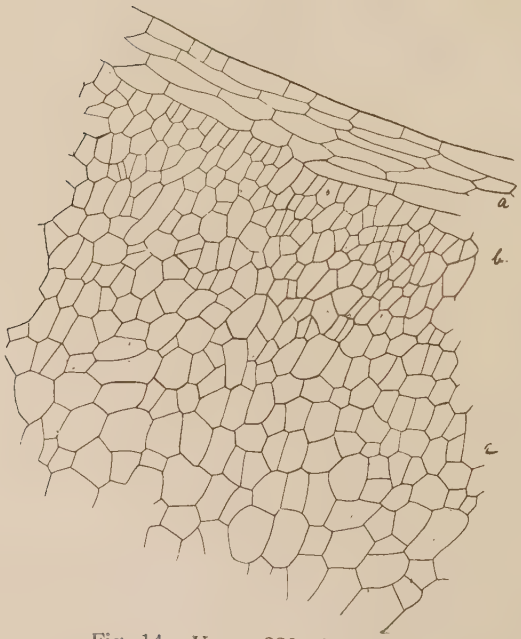

Fig. 14. Vergr. 220 eingegipst.

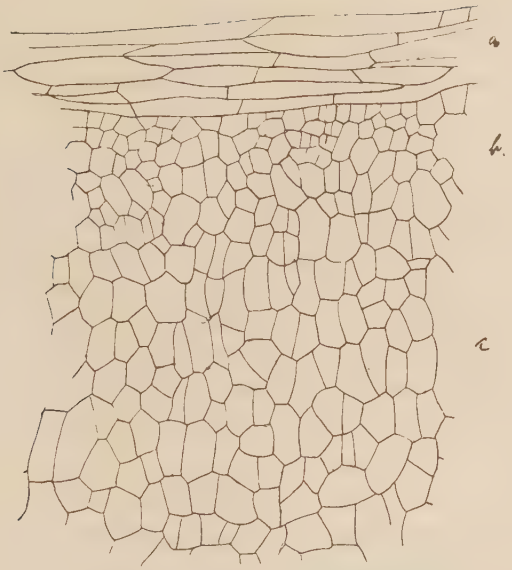

Fig. 15. Vergr 220. eingegipst.

Verholzung: Die Zellen der eingegipsten Früchte verholzten nicht. Es war dies auch zu erwarten, da auch die normalen Früchte zur Zeit der Abnahme des Gipsverbandes keine Verholzung aufwiesen. Eine Vermehrung der Kristalle und Anhäufung von Gerbstoff wurden nicht festgestellt.

2. Stadium 17. 5.—12. 6 13.

Da die meisten Früchte des vorigen Versuches bald eingingen, so gipste ich andere Früchte ein, die vierzehn Tage älter waren. Sie glichen in der Zellstruktnr vollkommen denen vom 3. 5. und waren auch in keiner Weise verholzt.

Zellgestalt: Bei diesem Versuche zeigt sich schön die Neubildung von radial gestellten Zellwänden besonders in der Längs- und Querschicht, teilweise auch in der Grenzschicht (Fig. 10, 12, 13, 15). Bemerkenswert ist, daß sich bisher bei allen Versuchen die Zellwände besonders in den langgestreckten Zellen bilden und dabei eine gewisse Gesetzmäßigkeit erkennen lassen. Die radialen Zellwände

sieht man fast nur, wenn die langgestreckten Zellen im Querschnitt getroffen sind, so bei der Längsschicht im Querschnitt und bei der Querschicht im Längschnitt, d. h. die neuen radialen Zellwände fallen mit der größten Achse der Zellen zusammen. Von den normalen Früchten zur Zeit des Entgipsens unterscheidet sich dies Stadium abgesehen von der Verholzung durch die abnorme Zellgestalt der Längs- und Querschicht, die durch die neuen Wände veranlaßt wird. Die Zellen der Grenzschicht sind radial gestreckt und stimmen in dieser Hinsicht mit den normalen Früchten vom 12. 6 überein. Doch wird der Abschluß gegen das Parenchym bei den normalen Früchten durch kleinlumige isodiametrische Zellen gebildet, was bei den eingegipsten Früchten nicht der Fall ist (Fig. 17, 19).

Prunus domestica (Längsschnitt).

a) Längsschicht. b) Querschicht. c) Grenzschicht.

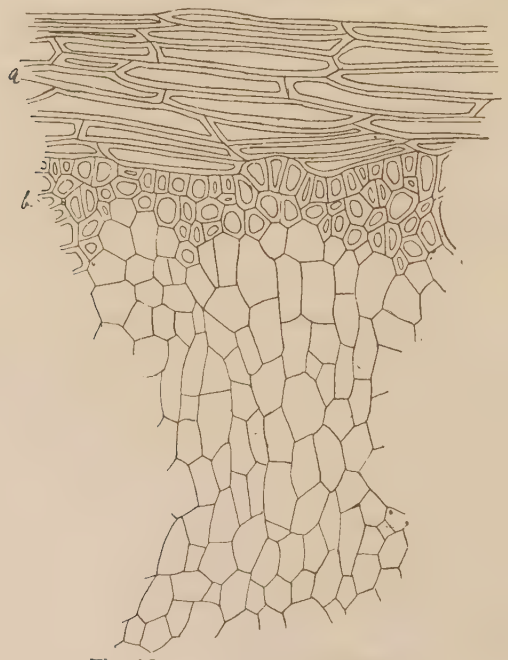

Fig. 16. Vergr. 130 eingegipst.

Verholzung: Die eingegipsten Früchte sind in keiner Weise verholzt, während die normalen starke Verholzung aufweisen.

Eine Vermehrung der Kristalle konnte nicht beobachtet werden, doch fanden sich besonders in der Grenzschicht des Steinzellengewebes zahlreiche, gerbstoffhaltige Zellen (Fig. 12). Wurden die am 17. 5 eingegipsten Früchte noch längere Zeit im Gipsverband gelassen, so fanden im Steinzellengewebe Faltungen statt, die durch Flächenwachstum der Zellen hervorgerufen wurden. Eine Verholzung trat auch bei diesen Früchten nicht ein. Ungefähr fünf Wochen nach dem Eingipsen gingen die Früchte zu Grunde.

3. Stadium 4. 6. — 20. 6. 13.

Die Früchte waren beim Eingipsen noch älter als bei dem vorigen Versuche. Eine Verholzung der Zellen hatte auch hier noch nicht begonnen.

Fig. 17. Vergr. 130 normal (zur Zeit des Entgipsen der Frucht).

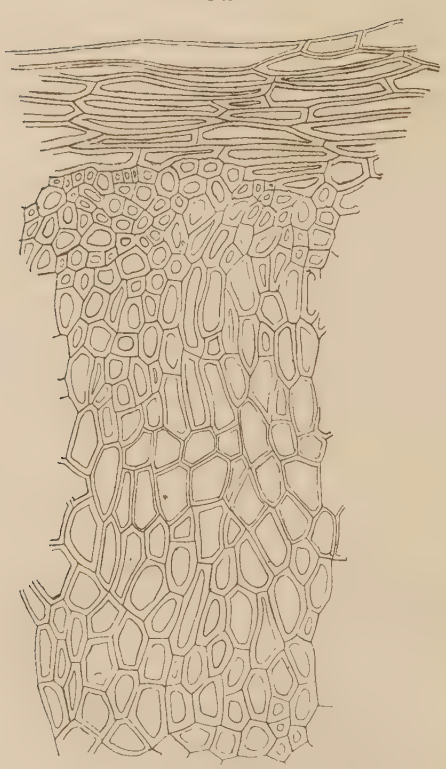

Fig. 18. Vergr. 130 eingegipst.

Zellgestalt: Es hat hier ebenfalls eine radiale Zellwandbildung stattgefunden. Sie ist aber beschränkt auf die Längs- und Querschicht und findet sich auch nur in geringem Maße. Die Grenzschicht zeigt deutliche radiale Streckung (Fig. 16, 17).

Verholzung: Im Gegensatz zu den früheren Versuchen hat eine Verholzung der Zellen eingesetzt. Sie erstreckt sich auf die Längsschicht und Teile der Querschicht (Fig. 16, 17). Bei den normalen Früchten ist dagegen die ganze Steinschale verholzt[1]; auch ist die Zellwanddicke bei den normalen

[1] Die normalen Steinzellen vom 12. 6., 20. 6. und 1. 7 unterscheiden sich nur durch etwas verschiedene Wandstärke der Zellen. Es wurde daher nur eine Zeichnung Fig. 17 angefertigt, und ich verweise an den betreffenden Stellen immer wieder auf diese.

Früchten stärker als bei den eingegipsten. Gerbstoffzellen wurden nicht gefunden.

4. Stadium 4. 6.—1. 7. 13.

Die Zellform der eingegipsten Früchte hat sich gegenüber dem vorigen Versuch nicht geändert. Die Verholzung ist aber weiter fortgeschritten und hat sich auch über die

Prunus domestica (Querschnitt).

a) Längsschicht. b) Querschicht. c) Grenzschicht.

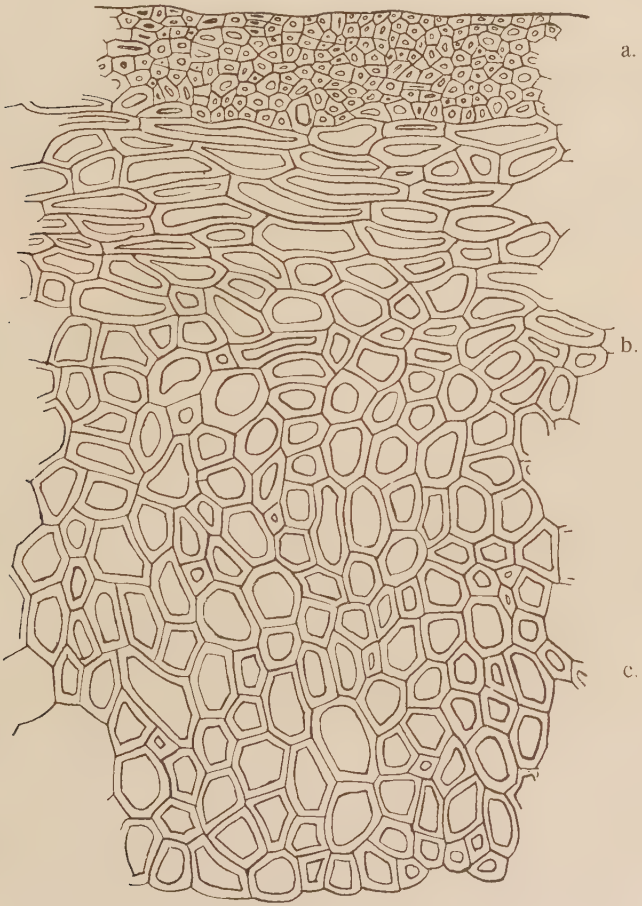

Fig. 19. Vergr. 130 normal.

Grenzschicht ausgedehnt. Doch sind die in der Mitte der Steinschale liegenden Zellen nicht so stark verholzt wie die übrigen. Von den normalen Zellen unterscheiden sich die eingegipsten abgesehen von der Zellgestalt durch die etwas geringere Stärke der Zellwände (Fig. 18, 19).

Die Resultate, die sich für Prunus domestica ergeben, stimmen im wesentlichen mit denen von Pr. cerasifera überein. Unter Einwirkung des Gipsverbandes entstehen auch hier neue radial gestellte Zellwände. Bei den hinreichend jung eingegipsten Früchten tritt keine Verholzung ein, bei älteren kann sie nicht mehr verhindert werden. Je älter die Früchte beim Eingipsen sind, um so mehr verholzen sie. Eine Vermehrung der Kristalle wurde nicht festgestellt, dagegen fanden sich in den nicht verholzten Stadien nach einem gewissen Alter gerbstoffhaltige Zellen.

Versuche mit Prunus armeniaca.

Wegen Mangels an Material, (es erfroren im Frühjahr 1913 die meisten Aprikosen) konnte leider nur ein Versuch angestellt werden. Wie schon an anderer Stelle erwähnt, besteht auch bei Prunus armeniaca das Steinzellengewebe aus drei verschiedenen Zellagen: einer Längsschicht, einer Querschicht und einer Grenzschicht. Aber die Zellen dieses letzten Gewebes haben eine etwas abweichende Gestalt, indem sie nicht mehr isodiametrisch, sondern mehr oder weniger tafelförmig sind.

Zellgestalt: Auch durch den Versuch mit Pr. armeniaca werden die bisherigen Beobachtungen bestätigt. Es treten wieder Zellteilungen verbunden mit Bildung radial gestellter Zellwände auf. Nach den früheren Beobachtungen müssen wir sie in der Längs- und Querschicht erwarten, und sie zeigen sich auch auf dem Querschnitt in der Längsschicht und auf dem Längsschnitt in der Querschicht. Ferner finden wir sie in der Grenzschicht des Steinzellengewebes (Fig. 20, 21, 22, 23, 24, 25). Durch die neuen Zellwände sind nun

die Zellen der Grenzschicht nicht mehr tafelförmig, sondern sie gleichen mehr den normalen Zellen zur Zeit des Entgipsens, wo die Zellen unregelmäßige Gestalt haben.

Verholzung: Verholzung ist bei den eingegipsten Früchten nicht eingetreten, dagegen weisen die normalen Früchte starke Verholzung auf.

Kristalle und gerbstoffhaltige Zellen wurden nicht gefunden. Dauerte der Gipsverband länger als drei Wochen, so gingen die Früchte ein.

Versuche mit Prunus cerasus.

1. Stadium 2. 5.—17. 5. 13.

Bei dem Versuche blieben die Früchte vierzehn Tage im Gipsverband. Sie waren beim Eingipsen noch sehr jung und in keiner Weise verholzt.

Prunus armeniaca (Querschnitt).

a) Längsschicht. b) Querschicht. c) Grenzschicht. d) Parenchym.

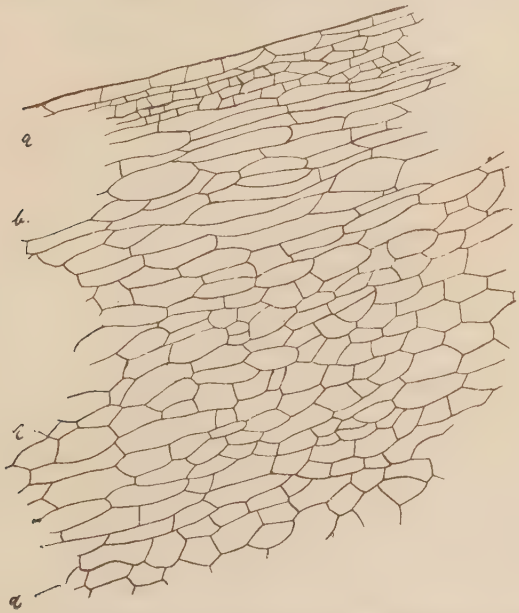

Fig. 20. Vergr. 220 normal (zur Zeit des Eingipsens der Früchte).

Zellgestalt: Wie bei den anderen Prunus so findet auch bei Prunus cerasus eine Neubildung radial gestellter Zellwände statt, doch nicht in dem Maße wie bisher. Es sind vor allem die Längs- und Grenzschicht, in denen sich neue Zellwände finden.

Verholzung: Die normalen Früchte vom 17. 5. sind schwach verholzt, die eingegipsten nicht. Kristalle und Gerbstoff wurden nicht beobachtet.

Ein Teil der am 2. 5. eingegipsten Früchte wurde bis zum 24. 5. und 30. 5. im Gipsverband gelassen. Bei ihnen waren Faltungen im Gewebe eingetreten und zwar in einem Maße, das eine genaue Beobachtung der Zellstruktur ausschloß.

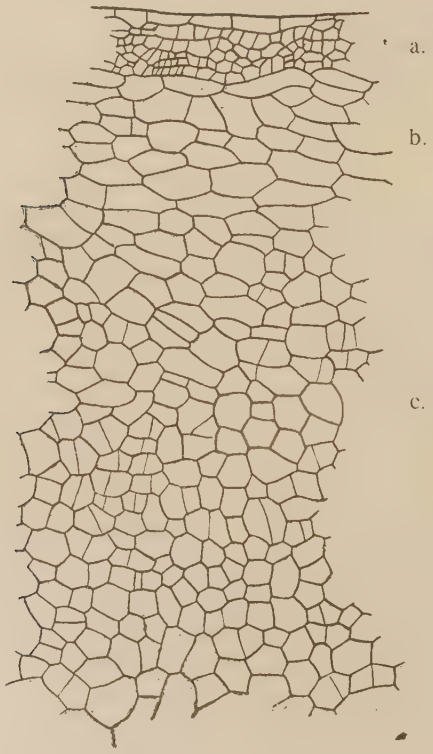

Fig. 21. Vergr. 220 eingegipst.

Eine Verholzung fand sich auch hier nicht. Anfang Juni gingen die Früchte zu Grunde.

2. Stadium 5. 5.—24. 5. 13.

Zellgestalt: In den eingegipsten Früchten hat sich die Zellgestalt im Vergleich zu den normalen bedeutend geändert. Neue radial gestellte Zellwände haben sich in der Quer- und Grenzschicht gebildet. Die Zellen der letzten Schicht sind außerdem radial gestreckt. Sie haben daher eine Gestalt, die von der der normalen Früchte abweicht, bei denen die entsprechenden Zellen parallel der Epidermis laufen. Ferner zeigten sich häufig Faltungen im Steinzellengewebe, doch sind diese auf die Längsschicht beschränkt. Gegenüber den normalen Früchten zur Zeit des Entgipsens weisen die ein-

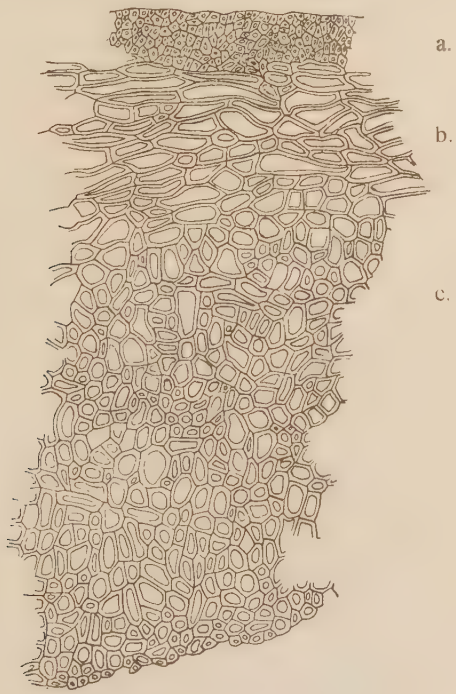

Fig. 22. Vergr. 130 normal (zur Zeit des Entgipsen der Frucht).

Prunus armeniaca (Längsschnitt).

a) Längsschicht. b) Querschicht. c) Grenzschicht. d) Parenchym.

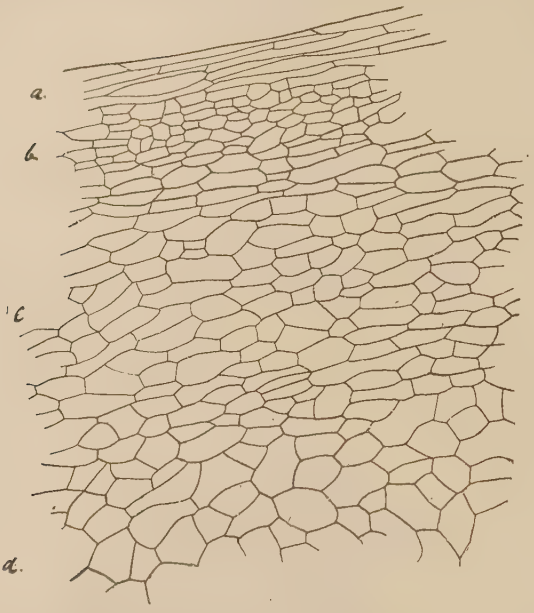

Fig. 23. Vergr. 220 normal (zur Zeit des Eingipsens der Früchte).

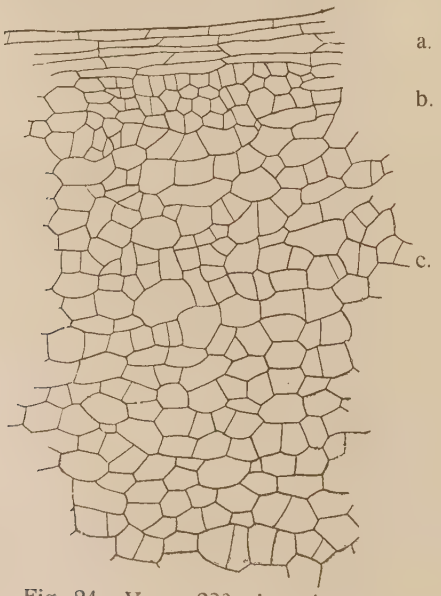

Fig. 24. Vergr. 220 eingegipst.

Fig. 25. Vergr. 130 normal (zur Zeit des Entgipsens der Frucht).

gegipsten dieselben Unterschiede in der Zellstruktur auf wie im Vergleich zu den Früchten vom 5. 5.

Verholzung: Bei diesem Versuche ist eine teilweise Verholzung des Steinzellengewebes eingetreten und zwar in den Zellen der Querschicht. Diese sind jedoch nicht in dem Maße verholzt wie die normalen Früchte, wo die verholzten Zellwände dicker sind als bei den eingegipsten. Die beiden anderen Zellschichten sind unverholzt geblieben, normal sind auch diese stark verholzt. Jetzt ist es erklärlich, warum in der Längsschicht Faltungen eingetreten sind. Die Zellen der Grenzschicht strecken sich im Gipsverband radial, die Querschicht ist verholzt und kann der Streckung der Zellen nicht nachgeben. Es müssen daher die Zellen der Längsschicht zerdrückt werden.

Eine Vermehrung der Kristalle und Bildung von Gerbstoff wurden nicht gefunden. Wurden die Früchte noch länger im Gipsverband gelassen, so gingen sie ungefähr nach 25 Tagen ein.

3. Stadium 7. 5.—7. 6. 13.

Die Früchte, die beim Eingipsen älter als bei dem vorigen Versuche waren, hatten an Größe bedeutend zugenommen.

Verholzung: Sämtliche Zellen der Steinschale sind in den eingegipsten Früchten verholzt. Die Zellwände sind nur um ein geringes dünner als in den normalen Früchten. (Fig. 26 normales Stadium z. Z des Eingipsens, Fig. 27 normales Stadium z. Z. der Abnahme des Gipsverbandes, Fig. 28 eingegipstes Stadium.

Prunus cerasus (Längsschnitt).

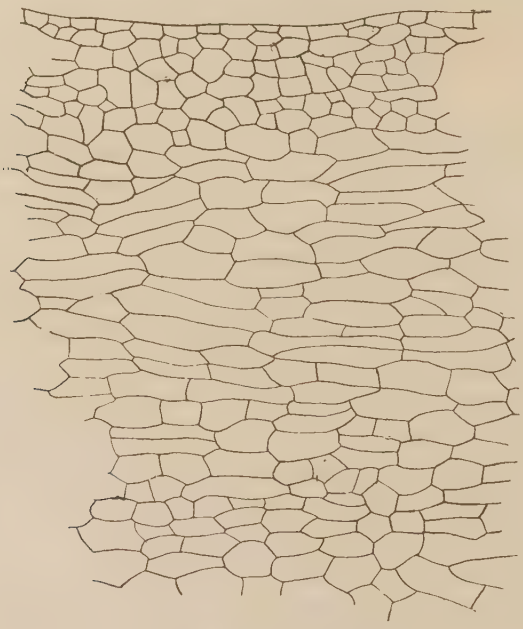

Fig. 26. Vergr. 395
normales Stadium (zur Zeit des Eingipsens der Früchte).

Zellgestalt: Auch hier gleichen die Zellen der eingegipsten Früchte denen der normalen nicht. In der normalen Frucht finden sich im Stein stets drei verschiedene Zellschichten. Innen die Querschicht, dann die Längsschicht und schließlich die Grenzschicht. Alle Zellen der Längs- und Grenzschicht sind parallel der Epidermis gestreckt (Fig 27, 26). Ganz anders bei den eingegipsten Früchten. Bei diesen sind die Zellen mit Ausnahme der Querschicht sämtlich radial gestreckt (Fig. 28). Bei Betrachtung des Längsschnittes scheint es daher, als ob die Längsschicht teilweise fehlt. Es ist dies so zu erklären, daß sich die Zellen teils radial gestreckt teils radial geteilt haben. Ebenso haben radiale Zellteilungen verbunden mit radialer Streckung der Zellen in der Grenzschicht stattgefunden. Den Abschluß gegen das Parenchym bilden ganz wie bei den normalen Früchten kleinlumige isodiametrische Zellen.

Prunus cerasus (Längsschnitt).
a) Querschicht. b) Längsschicht. c) Grenzschicht.

Fig. 27. Vergr. 180 normales Stadium.

Prunus cerasus (Längsschnitt).
a) Querschicht. b) Längsschicht. c) Grenzschicht.

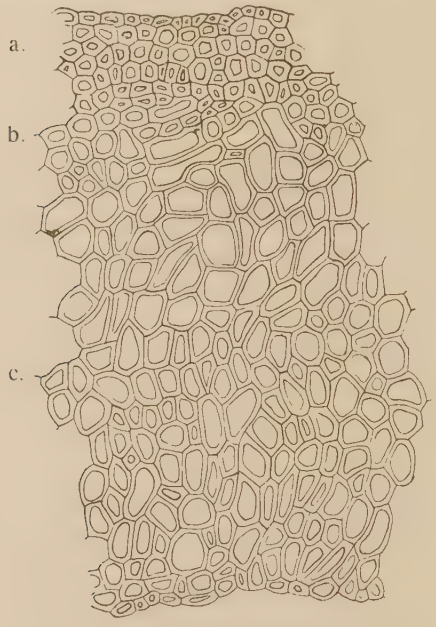

Fig. 28. Vergr. 180 eingegipstes Stadium.

Einige Früchte wurden noch bis zum 14. 6. am Baum gelassen. In der Zellstruktur der Steinschale zeigten sich keine weiteren Veränderungen. Bei den normalen Früchten trat schon eine teilweise Färbung des Fruchtparenchyms ein. Auffallend war, daß bei einem Teil der eingegipsten Früchte diese Färbung bedeutend weiter fortgeschritten war. Das Fruchtfleisch hatte dunkelrote Farbe und war von glasiger Beschaffenheit.

Die angeführten Versuche zeigen, daß sich auch für Prunus cerasus dieselben Resultate ergeben, obwohl die Zellstruktur der Steinschale eine von der der anderen Prunus etwas abweichende ist. Es findet radiale Zellwandbildung statt, teilweise verbunden mit radialer Streckung der Zellen. Junge Früchte verholzen nicht, ältere verholzen und

zwar je älter desto mehr. Bei einigen Früchten trat im Gipsverband eine vorzeitige Reife der Früchte ein.

Versuche mit Sambucus nigra.

1. Stadium 12.—27. 6. 13.

Die Zellen bleiben 15 Tage im Gipsverband. Sie waren beim Eingipsen außerordentlich jung, und in keiner Weise verholzt. Die Figuren (Fig. 29, 30) zeigen, daß sich bei den eingegipsten Früchten das Steinzellengewebe eng an die

Sambucus nigra (Querschnitt).

a) Querschicht. b) Längsschicht. c) Grenzschicht. d) Parenchym.

Fig. 29. Vergr. 220 normales Stadium (zur Zeit des Eingipsens).

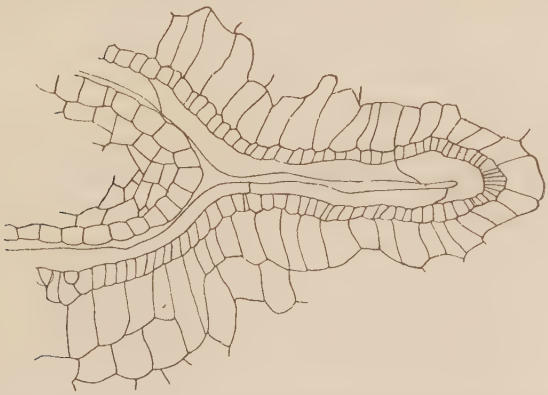

Fig. 30. Vergr. 220 eingegipstes Stadium.

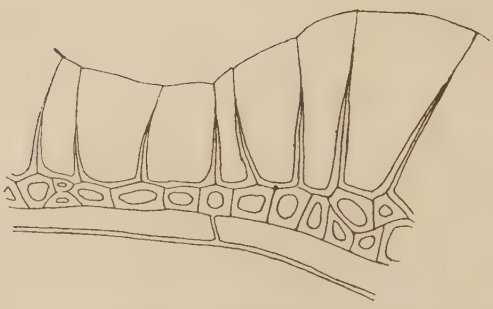

Fig. 31. Vergr. 220 normales Stadium (zur Zeit de Entgipsens).

Sambucus nigra (Längsschnitt).
e) Endosperm mit Embryo.

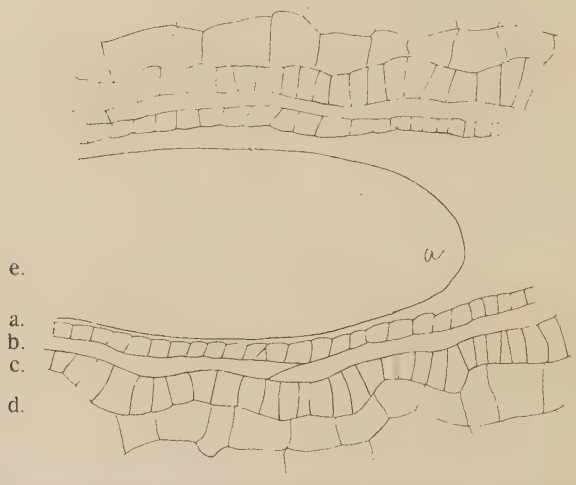

Fig. 32. Vergr. 220 normales Stadium (zur Zeit des Eingipsens).

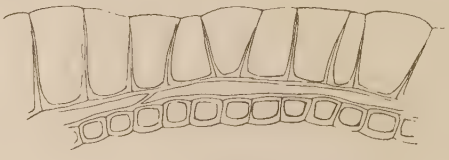

Fig. 33. Vergr. 220 normales Stadium beim Entgipsen.

Fig. 34. Vergr. 220 eingegipstes Stadium.

Samenanlage gelegt hat, während normal die Samenanlage lose im Stein liegt.

Zellgestalt: Die Zellgestalt hat sich bei diesem Versuche wenig geändert. Auf dem Querschnitt (29, 30) sieht man Neubildung von radial gestellten Zellwänden in der Längsschicht und auf dem Längsschnitt (32—34) in der Querschicht. Die Grenzschicht weist, abgesehen von dem größeren Lumen der Zellen bei den normalen Früchten zur Zeit des Entgipsens, keine Unterschiede auf. Ferner besteht bei diesen Früchten die Längsschicht oft aus zwei Zellagen, während sie bei den eingegipsten Früchten fast ausnahmslos einschichtig ist. — Verholzung ist bei den eingegipsten Früchten nicht eingetreten; die normalen sind stark verholzt (Fig. 31).

Eine vermehrte Kristallbildung und Auftreten von Gerbstoff wurden nicht nachgewiesen.

2. Stadium 12. 6.—10. 7. 13.

Untersucht wurden Früchte des vorigen Stadiums, bei denen die Versuchsdauer 18 Tage betrug. Eine vermehrte Bildung von Zellwänden ist unterblieben, auch haben die Zellen keine weitere Umgestaltung erfahren. Einzelne Zellen weisen Gerbstoff auf. Eine Verholzung hat nicht stattgefunden. Wurden die Früchte noch längere Zeit im Gipsverband gelassen, so starben sie ab.

3. Stadium 18. 6.—10. 7. 13.

Bei diesem Versuche wurde ein älteres Stadium eingegipst,

äußerlich trat dies schon in der Größenzunahme der Frucht hervor.

Zellgestalt: Es zeigt sich ebenfalls wieder die Bildung von radial gestellten Zellwänden in der Längs- und Querschicht. In den nach dem Innern der Frucht zu gelegenen Zellen der Steine haben merkwürdigerweise die Zellteilungen in viel größerem Maße stattgefunden als bei den nach außen liegenden. Deutlich zeigen diese Verhältnisse die Zeichnungen (Fig. 35, 36, 31). Durch die zahlreichen neuen Zellwände erscheinen die Zellen der Längsschicht radial gestreckt, während normal die größte Achse der Zellen im Querschnitt parallel der Epidermis läuft.

(Querschnitt)

a) Innenseite. b) Außenseite. c) Gerbstoff.

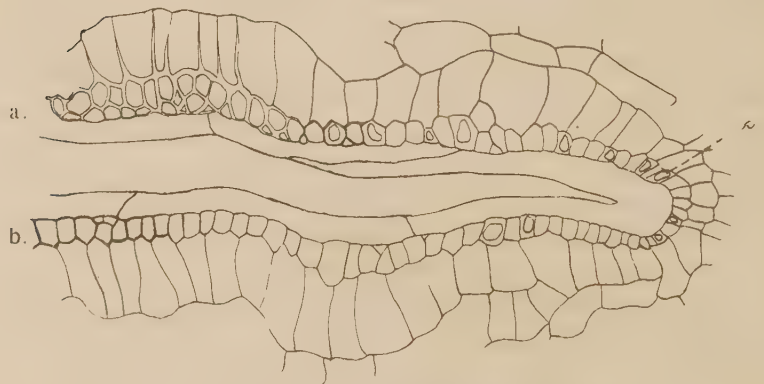

Fig. 35. Vergr. 220 eingegipstes Stadium.

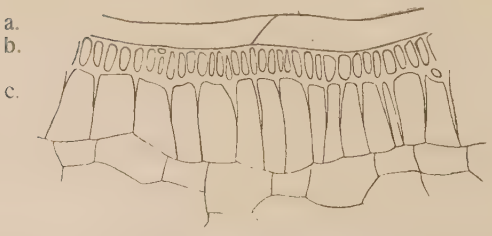

Fig. 36. Vergr. 220. Stück aus der Innenseite des Steins mit radialer Zellwandbildung (eingegipst).

Verholzung: Die Zellen des Steinzellengewebes sind bei den eingegipsten Früchten teilweise verholzt. Von der Verholzung werden die Zellen der Grenzschicht und Teile der Längsschicht betroffen. Die Zellen auf der Innenseite des Steins sind bedeutend mehr verholzt als die nach außen liegenden (Fig. 35). Die unverholzten Zellen der Längsschicht haben oft Gerbstoffinhalt.

4. Stadium 18. 6. — 17. 7. 13.

Dieser Versuch ist eine Fortsetzung des vorigen; die Früchte wurden eine Woche länger im Gipsverband gelassen. Längs- und Querschicht weisen in der Zellstruktur dieselben Unterschiede gegenüber den normalen Früchten auf wie bisher Fig. 37, 38, 39). Dagegen ist die Verholzung weiter fortgeschritten. Es sind jetzt sämtliche Zellen des Steins verholzt, die Zellwände sind aber etwas dünner als bei den normalen Früchten.

5. Stadium 12. 6. — 22. 6. — 17. 7. 13.

Die Früchte hatten bei dem Versuche nach zehn Tagen den Gipsverband gesprengt und konnten sich daher weiter entwickeln. 25 Tage nach Sprengung des Verbandes wurde der Versuch abgebrochen. Meist war das Sprengen des Gipses derart erfolgt, daß nur ein Teil des Verbandes fehlte, also eine Hälfte der Frucht im Gipsverbande blieb. So kam es, daß die Steine teilweise noch mechanischem Druck ausgesetzt waren. Die Steinzellen, die in dem vom Gipsverband

(Längschnitt.)

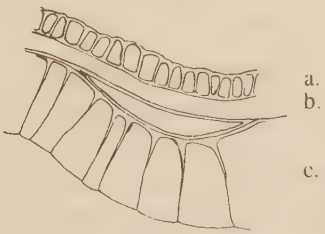

Fig. 37. Vergr. 220 eingegipstes Stadium.

(Längsschnitt.)

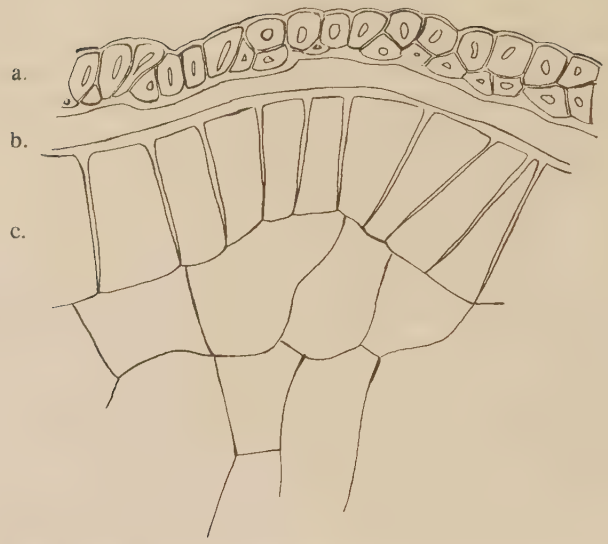

Fig. 38. Vergr. 220 normales Stadium (zur Zeit des Entgipsens).

Sambucus nigra.

a) Querschicht. b) Längsschicht. c) Grenzschicht.

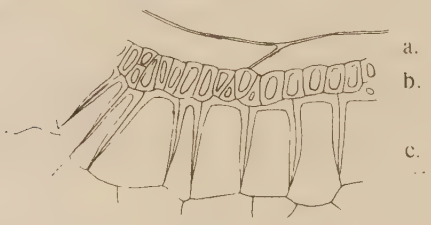

Fig. 39. Vergr. 220 eingegipstes Stadium.

befreiten Teile der Frucht lagen, glichen in ihrer Struktur den normalen Zellen. Sie hatten im Querschnitt meist quadratische Gestalt. Dagegen zeigen die im Gipsverband liegenden Zellen abnorme Zellstruktur. In besonderem Maße gilt dies von der Längsschicht. Ihre Zellen sind im Querschnitt äußerst schmal, radial gestreckt und haben fast keilförmige Gestalt

(Fig. 40). Diese wird hervorgerufen durch Neubildung von Zellwänden, die radial gestellt sind. Alle Zellen sind verholzt, jedoch nicht so stark wie die normalen Früchte. Figur 40 gibt einen Querschnitt durch einen Stein wieder, der sich nur teilweise im Gipsverband befand; der eine Teil zeigt die normalen Zellen, der andere die veränderten.

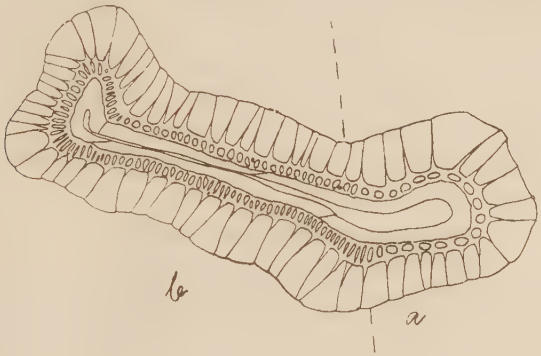

Fig. 40. Vergr. 95.
a) Teil des Steins außerhalb des Gipsverbandes.
b) Teil des Steins innerhalb des Gipsverbandes.

Auch die Versuche mit Sambucus bestätigen die früheren Resultate. Trotz anderer Anordnung der Zellen im Stein tritt ebenfalls die Bildung radial gestellter Zellwände ein. Je jünger die Früchte eingegipst werden, um so weniger verholzen sie. Sprengen die Früchte nach einer geraumen Zeit den Gipsverband, so nehmen die Zellen ihre normale Gestalt wieder an und verholzen. Gerbstoff wurde in einem Teil der eingegipsten Früchte beobachtet.

Versuche mit Cornus mas.

1. Stadium 23. 5.– 11. 6. 13.

Die Zellen der eingegipsten Früchte verholzen nicht. — Ihre Gestalt ist wenig verändert. Die Neubildung von radial gestellten Zellwänden zeigt sich nur in den langgestreckten, prismenförmigen Zellen, die kreisförmig um die in der Stein-

schale befindlichen Hohlräume und die Samen angeordnet sind. Die Zellwände fallen mit der größten Achse der Zellen zusammen, sodaß sie nur auf Schnitten sichtbar sind, auf welchen diese Zellen im Querschnitt getroffen werden.

2. Stadium 28. 5.—24. 6. 13.

Die Früchte waren bei diesem Versuche, als sie eingegipst wurden, einige Tage älter. Trotz des Gipsverbandes hat bei ihnen eine Verholzung der Zellen stattgefunden, doch ist die Zellwandstärke bedeutend geringer als bei den normalen Früchten. Neue Zellwände haben sich, wie bei dem vorigen Versuch, nur in den langgestreckten Zellen gebildet.

Versuche mit Taxus baccata.

1. Stadium 31. 5.—10. 8. 13.

Die normalen Früchte waren zur Zeit des Eingipsens größtenteils unverholzt. Nur an der Mikropyle zeigten die Zellen des Integument eine schwache Verholzung. Der Versuch wurde nach zehn Wochen abgebrochen.

Bei den eingegipsten Früchten hat mit Ausnahme der Zellen, die schon beim Eingipsen verholzt waren, keine weitere Verholzung stattgefungen. In der Zellgestalt zeigen sich zwischen den normalen und eingegipsten Früchten keinerlei Unterschiede (Fig. 41). Die normalen Früchte vom 10. 8. waren stark verholzt.

2. Stadium 31. 6.—10. 8. 13.

Bei diesem Versuch tritt in den eingegipsten Früchten eine eigentümliche Erscheinung zu Tage, wie sie in den normalen nicht beobachtet wurde. Normal sind Nuzellus und Integument mit Ausnahme des Grundes nicht verwachsen (Fig. 45 und 47). Dagegen findet bei den eingegipsten Früchten eine Verwachsung statt (Fig 46). Sie schreitet vom Grunde der Frucht nach der Mikropyle zu fort, doch sind dicht unter dieser Nuzellus und Integument nicht verwachsen. Deutlich zeigen diese Verhältnisse die Querschnitte. Bei Bild 8 (Tafel 2) ist ein Querschnitt durch die Spitze der Frucht

gelegt. Der Nuzellus ist hier nur an einer einzigen Stelle mit dem Integument verwachsen. Gleichzeitig fällt noch ein anderer Punkt in die Augen. An den Stellen des Integuments, wo keine Verwachsung eingetreten ist, sind die Zellen deutlich radial gestreckt; normal haben sie isodiametrische Gestalt. Bild 7 (Tafel II) gibt einen Querschnitt wieder, der ungefähr die Mitte der Frucht trifft. Hier sind Nuzellus und Integument fast ganz verwachsen. Wie nun die Verwachsung der einzelnen Zellen vor sich geht, ist schwer festzustellen. Es scheint, daß die Zellen der beiden einander zugekehrten Zellreihen, also der innersten Schicht des Integuments und der äußersten des Nuzellus, an Volumen zunehmen bis sie sich berühren; dann teilen sich die Zellen wieder und die Zellwände verschmelzen (Fig. 44).

Zellgestalt: Die Zellen in den Teilen des Integuments, wo eine Verwachsung nicht stattgefunden hat, haben ihre

Taxus baccata.

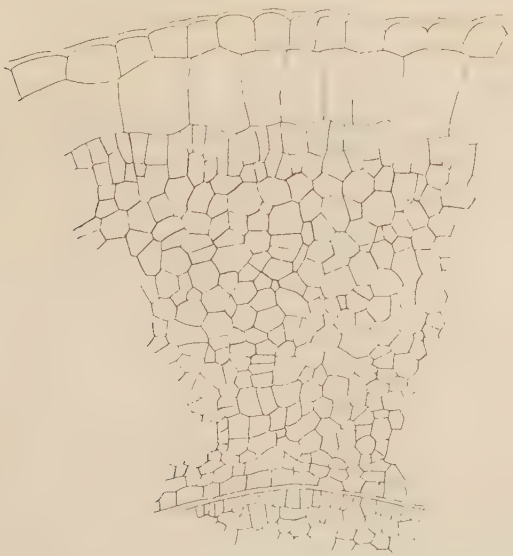

Fig. 41. Vergr. 130 normales Stadium beim Eingipsen.

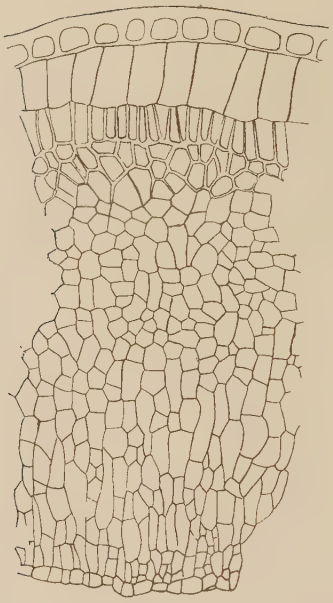

Fig. 42. Vergr. 130 eingegipstes Stadium

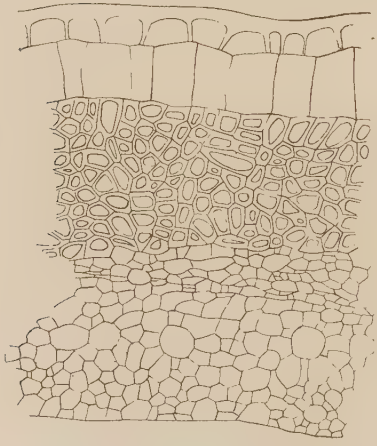

Fig. 43. Yergr. 110 normales Stadium beim Entgipsen.

Gestalt nicht verändert. Dagegen ist an den übrigen Stellen des Integuments eine deutliche radiale Streckung der Zellen zu erkennen, die bei den normalen Früchten nicht eintritt (Fig. 41, 42, 43).

Taxus baccata.
a) Nuzellus. b) Integument.

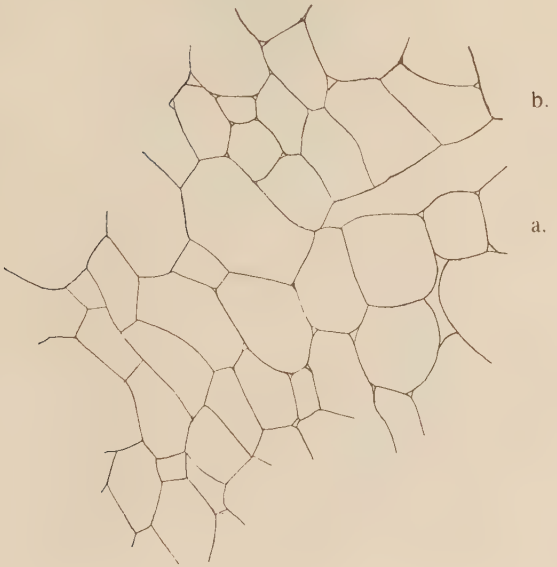

Fig. 44. Vergr. 575.

Neue Zellteilungen verbunden mit der Bildung radial gestellter Zellwände scheinen nicht einzutreten.

Verholzung: Zur Zeit des Eingipsens waren die normalen Früchte nur an der Mikropyle verholzt. Bei den eingegipsten Früchten ist die Verholzung trotzdem weiter fortgeschritten und hat sich über die dicht unter der Epidermis liegenden Zellen ausgedehnt. Diese Zellen sind jedoch bei weitem nicht in dem Maße verholzt wie die normalen (Fig. 42, 43).

Vergleicht man die Resultate, die sich für Taxus baccata ergeben, mit den bisherigen, so zeigen sich einige Unterschiede. Die Bildung radial gestellter Zellwände findet bei Taxus nicht statt, dafür aber eine teilweise radiale Streckung der Zellen. Trotzdem bei allen eingegipsten Früchten die Verholzung schon begonnen hat, verhindert der Gipsverband bei dem einen Versuch die

Taxus baccata.

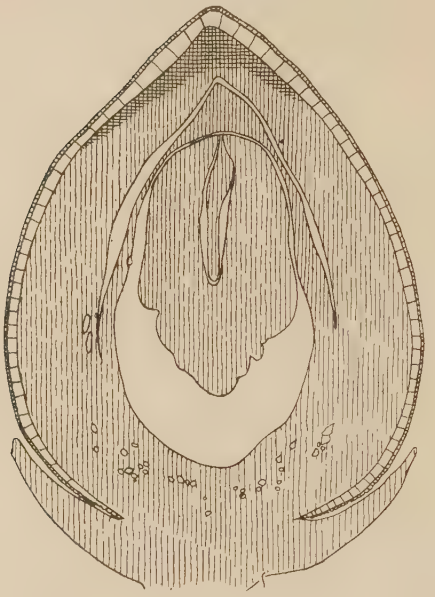

Fig. 45 normal.[1]

[1] Fig. 45 stellt ein normales Stadium z. Z. der Abnahme des Gipsverbandes dar. Das Integument ist fast ganz verholzt; es ist bei obiger Zeichnung versehentlich unterblieben, dies einzuzeichnen. Es müßte demnach fast das ganze Integument schraffiert sein.

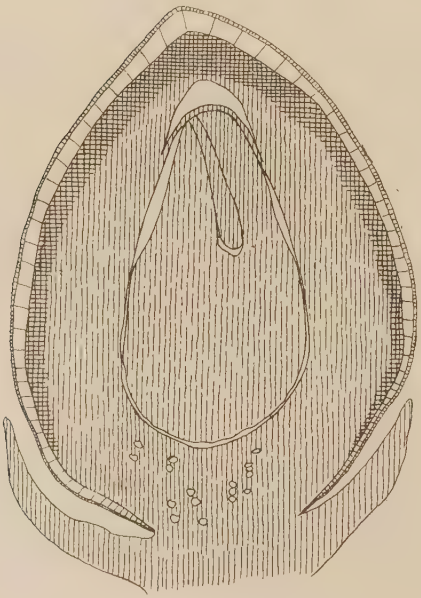

Fig. 46 eingegipst.

Anm.: Die stark schraffierten Teile bezeichnen verholzte Zellen.

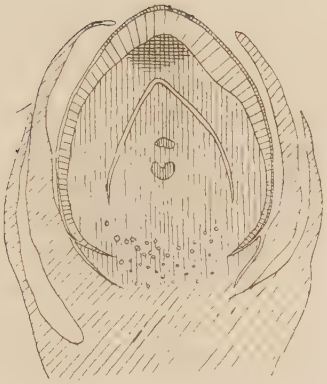

Fig. 47 normal.

Verholzung weiterer Zellen bei dem anderen, wo die Früchte vier Wochen älter sind, setzt eine schwache Verholzung der Zellen ein. Außerdem verwachsen bei diesem Versuche Nuzellus und Integument. Kristalle und Bildung von Gerbstoff wurden weder in den normalen noch in den eingegipsten Früchten beobachtet.

V. Versuch einer Erklärung der Ergebnisse.

Die Untersuchungen haben gezeigt, daß sich in Bezug auf die Verholzung der Zellen bei allen Objekten mit Ausnahme von Prunus cerasifera und Pr. armeniaca die gleichen Resultate ergeben. Bei Früchten, die in einem sehr jungen Alter eingegipst werden, unterbleibt die Verholzung, bei älteren Früchten tritt eine Verholzung ein und zwar umso vollständiger, je älter die Früchte beim Eingipsen sind. Bei Pr. cerasifera und Pr. armeniaca verholzen die Zellen nie; es ist aber anzunehmen, daß eine Verholzung auch bei diesen Früchten stattfinden würde, wenn nur genügend alte Stadien eingegipst werden. Die unverholzten Früchte gehen meist nach vier Wochen ein, bei den verholzenden Früchten konnten dagegen die Versuche längere Zeit ausgedehnt werden, bei Cornus mas und Taxus baccata sogar bis zur Reife der normalen Früchte. Merkwürdig ist, daß bei Taxus baccata

fast alle Versuche glückten, während bei den anderen Objekten ein mehr oder weniger großer Teil einging.

Durch den allseitigen mechanischen Druck wird die Größenzunahme der Früchte verhindert. Es tritt eine Sistierung des Zellenwachstums ein, die eine Weiterentwicklung der Früchte unmöglich macht. Dies hat zur Folge, daß ein Teil der Früchte bereits wenige Tage nach dem Eingipsen zu Grunde geht; andere sind dagegen widerstandsfähiger. Bei sehr jungen Früchten findet aber auch dann, abgesehen von neu einsetzenden Zellteilungen, keine wesentliche Weiterentwicklung statt. Die Zellen werden eben durch den Gipsverband in ihrer Größe und jedenfalls auch in der chemischen Zusammensetzung ihres Zellinhaltes in einem unentwickelten Stadium zurückgehalten. Es wird daher auch in den eingegipsten Früchten keine Verholzung auftreten. Sind die Früchte beim Eingipsen älter, so hemmt der Gipsverband zwar auch die Größenzunahme der Früchte, aber trotzdem setzt eine Verholzung der Zellen ein. Man muß daher annehmen, daß die älteren Früchte mehr als die jüngeren die Fähigkeit und die Mittel zur Verdickung und Verholzung der Zellwände zugeführt erhalten.

Neben dem mechanischen Druck sind in zweiter Linie wohl auch physiologische Vorgänge von Bedeutung für die Entwicklung der Früchte bez. der Steinzellen. So wird durch den Gipsverband die Kohlensäureassimilation der Früchte ganz unterbunden. Es ist aber kaum anzunehmen, daß diese von Einfluß auf die Entwicklung der Steinzellen ist, da die Früchte keine eigentlichen Organe der CO_2-Assimilation sind. Auf die Bedeutungslosigkeit der Kohlensäureassimilation weist auch schon Flaskämper[1] hin, der fand, daß chlorotische Kürbisse die gleiche Sklerenchymbildung wie die normalen zeigen.

In gleicher Weise wie die Kohlensäureassimilation wird die Transpiration durch den Gipsverband auf ein Mindest-

[1] Flaskämper, Flora 101, p. 214—217.

maß beschränkt. Dadurch müssen aber die Ernährungsverhältnisse der Früchte leiden. Schon Goebel[1] macht darauf aufmerksam, daß verminderte Transpiration eine geringe oder gar keine Ausbildung des Sklerenchyms zur Folge hat. — Unterbindet man die Transpiration, so wird allmählich die osmotische Saugung der einzelnen Zellen aufhören. Nimmt man aber als bewegende Kräfte des Transpirationsstromes in den Gefäßen die Saugwirkung der Zellen an, so werden die Gefäße den Zellen weniger Wasser zuführen als es normal der Fall ist. Da aber in dem Wasser der Gefäße zum Zellaufbau notwendige Stoffe z. B. Zucker gelöst sind, so werden auch diese den Zellen in den eingegipsten Früchten in geringerem Maße zu teil werden, was ungünstig auf ihre Entwicklung wirken muß.

Ob die Atmung von Einfluß auf die Sklerenchymbildung ist, läßt sich schwer sagen. Flaskämper[2] spricht ihr jede Bedeutung ab. Bei seinen Versuchen hüllte er Kürbisse in Guttaperchapapier. Die so behandelten Früchte gingen ein, und der Verfasser schließt daraus, daß verhinderte Transpiration hierfür verantwortlich zu machen ist. Hiermit ist aber noch nicht bewiesen, daß bei unterbundener Atmung die Steinzellen sich normal entwickeln. Es läßt sich vielmehr denken, daß eine Einschränkung der Atmung, die für eine Reihe von Lebenserscheinungen die erforderliche Energie liefert und die die Produktion bestimmter Stoffe erst ermöglicht, nachteilig auf die Entwicklung der Früchte wirkt.

Aus dem Angeführten ist zu schließen, daß es vor allem der allseitige mechanische Druck ist, der hemmend auf die Verholzung der Zellen wirkt; daneben werden auch ungünstige Ernährungsverhältnisse, verminderte Atmung und Transpiration, die Steinzellenbildung schädigend beeinflussen.

Die Bildung von Gerbstoff führenden Zellen in den ein-

---

[1] Goebel, Einleitung in die experimentelle Morphologie der Pflanzen. Leipzig 1908, p. 28.

[2] Flaskämper, Flora 101 p. 215.

eingegipsten Früchten ist schwer zu erklären. Die Ansichten über die Bedeutung des Gerbstoffes gehen weit auseinander. Während die einen behaupten, daß Gerbstoff ein Exkret ist, das von der Pflanze nicht weiter verwandt wird, behaupten andere, daß der Gerbstoff von der Pflanze wieder abgebaut werden kann. So ist Kutscher[2] der Ansicht, daß der Gerbstoff bei der Atmung der Oxydation anheimfällt. Hiermit stimmen auch die Untersuchungen Gerbers[3] überein, der fand, daß bei Diospyrus kaki die unreifen Früchte Gerbstoff enthalten, im reifen Zustande dagegen der Gerbstoff verschwunden ist. Nimmt man nun an, daß bei Prunus und Sambucus in den normalen Früchten der Gerbstoff in dem Maße, wie er entsteht, oxydiert wird, so können, wenn die Atmung erschwert ist, Ansammlungen von Gerbstoff stattfinden. So zeigen auch die eingegipsten Früchte von Prunus und Sambucus die Bildung von Gerbstoff. Vielleicht ließe sich die Vermehrung der Kristalle bei Prunus cerasifera ähnlich deuten.

Kny[1] hat festgestellt, daß bei seitlichem Druck in den Wurzeln von Vicia faba und bei anderem Material Zellwände entstehen, die sich in die Richtung des wirkenden Druckes stellen. Aus den angeführten Versuchen geht hervor, daß auch bei allseitigem mechanischen Druck derartige Zellwände entstehen. Eine befriedigende Erklärung für diese Erscheinung ist schwer zu geben, da wir über die in den Früchten herrschenden Gewebespannungen und die genaue Einwirkung des mechanischen Druckes auf die einzelnen Zellen zu wenig orientiert sind.

---

[1] Kutscher, Flora B. 66.

[2] Gerber zitiert nach Czapek: Biochemie d. Pflanzen. Jena 1905.

[3] Kny, Pringsheim's Jahrb. B. 37.

Anm. zu den Zeichnungen: Beim Druck sind die Zeichnungen verkleinert und zwar Fig. 5 auf $^1/_2$, Fig. 9, 19, 38 auf $^1/_1$ und alle übrigen auf $^2/_3$.

Resultate:

1. Durch das Eingipsen genügend junger Früchte wird stets das Auftreten der Steinzellen bez. deren Verholzung verhindert.
2. Bei älteren Früchten tritt trotz Gipsverbandes eine Verholzung der Zellen ein, obwohl beim Eingipsen auch hier die Zellen nicht verholzt sind.
3. In den eingegipsten Früchten setzen neue Zellteilungen ein, bei denen sich die Zellwände radial in die Richtung des Druckes stellen Eine Ausnahme bildet Taxus baccata, wo keine neuen Zellen entstehen.
4. Die Tüpfel der Steinzellen sind in den eingegipsten*) und normalen Früchten in gleicher Weise entwickelt.

Es sei mir an dieser Stelle gestattet, Herrn Prof. Dr. Karsten für die Anregung und Unterstützung vorliegender Arbeit meinen herzlichsten Dank abzustatten. Ebenso bin ich Herrn Prof. Dr. Pringsheim für mannigfache Unterstützung zu aufrichtigem Dank verpflichtet.

Literatur.

Hegler: Ueber den Einfluß des mech. Zuges auf das Wachstum der Pflanze. Cohn's Beiträge zur Biologie der Pflanzen. VI, Heft III. 1893.

Wiedersheim: Ueber den Einfluß der Belastung auf die Ausbildung von Holz- und Bastkörper bei Trauerbäumen. Jahrb. f. wissensch. Botanik. 39. 1904.

Ball: Der Einfluß von Zug auf die Ausbildung von Festigungsgewebe. Pringsh. Jahrbuch. B. 39. 1904.

Vöchting: Zur experimentellen Anatomie. Nachr. d. Königl. Gesellschaft d. Wissenschaften zu Göttingen. 1902.

Flaskämper: Untersuchung über die Abhängigkeit der Gefäß- und Sklerenchymbildung von äußeren Faktoren. Flora. B. 101.

Kny: Ueber die Einwirkung mechanischen Druckes auf die Richtung der Zellteilungswände. Pringsh. Jahrb. Bd. 37.

Nemec: Ueber die Kern- und Zellteilung bei Solanum tuberosum. Flora 1899. Bd. 86.

Pfeffer: Druck und Arbeitsleistung durch wachsende Pflanzen. XX. B. d. Abh. d. math.-phys. Klasse d Königl. Sächs. Gesellschaft d. Wissensch.

Küster: Pathologische Pflanzenanatomie. Jena 1903.

Goebel: Einleitung in die experimentelle Morphologie der Pflanzen. Berlin 1908.

Kutscher: Ueber die Verwendung der Gerbsäure im Stoffwechsel der Pflanzen. Flora. B. 66.

Jäger: Endospermbildung von Taxus baccata. Flora. B. LXXXVI.

Renner: Beiträge zur Physik der Transpiration. Flora. B. 100.

Solereder: System Anatomie. Stuttgart 1908.

Engler: Das Pflanzenreich. Leipzig 1903.

Czapek: Biochemie der Pflanzen. Jena 1905.

Schwendener: Vorlesungen über mechanische Probleme. Leipzig 1909.

Sachs: Vorlesungen über Pflanzenphysiologie. Leipzig 1882.

Lebenslauf.

Ich, Gerhard Stoye, evang.-luth. Konfession, bin am 3. April 1892 zu Magdeburg als Sohn des verstorbenen Lehrers Max Stoye geboren. Ich besuchte die Bürgerschule meiner Vaterstadt, dann das Königliche Dom-Gymnasium, wo ich Ostern 1911 die Reifeprüfung ablegte. Darauf bezog ich die Universität Halle-Wittenberg, um mich dem Studium der Mathematik und Naturwissenschaften zu widmen.

Meine akademischen Lehrer waren die Herren Professoren und Privatdozenten:

Brüel, Dorn, Eberhard, Feine, Fries, Gutzmer, Haecker, Japha, Jaensch, Karsten, Loofs, Krueger, Menzer, Pringsheim, Ruhland, Schenck, Schmidt, Schulz, Scupin Tubandt, Wangerin, Wigand, Uphues, Vorländer.

Allen meinen verehrten Lehrern bin ich zu großem Dank verpflichtet.

Flg. 1. Vergr. 65.
Querschnitt durch Prunus dom.

Fig. 2. Vergr. 65.
Querschnitt durch Sambucus nigra.

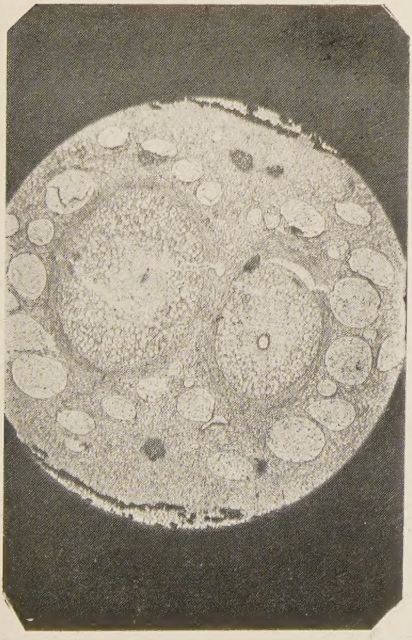

Fig. 3. Vergr. 65.
Querschnitt durch Cornus mas.

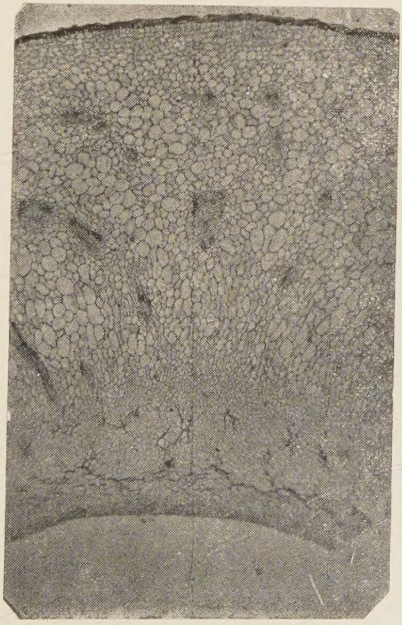

Fig. 4. Vergr. 65.
Querschnitt durch Prunus dom.

Fig. 5. Vergr. 65.
Querschnitt durch Prunus cerasifera.

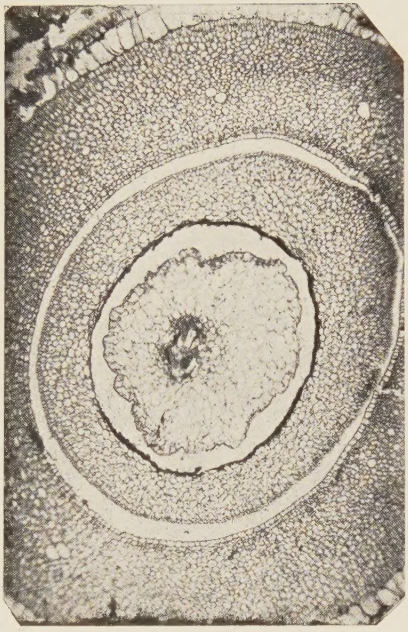

Fig. 6. Vergr. 125.
Querschnitt durch Tax. bac. (normal).

Fig. 7. Vergr. 125.

Fig. 8. Vergr. 125.

Querschnit durch Taxus baccata (eingegipst).